

"ELECTRIFICACION DEL VALLE DE LOS CHILLOS"

PARTE PRIMERA

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
EN LA ESPECIALIZACION DE ELECTROTECNIA DE LA
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

JUAN FRANCISCO ESCALANTE PRIETO

Quito, enero de 1.971

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

CERTIFICO QUE LA PRESENTE TESIS FUE REALIZADA
POR EL SEÑOR JUAN Fco. ESCALANTE PRIETO

A handwritten signature in black ink, appearing to read "H. J. Placencia", written in a cursive style. The signature is positioned above the typed name and title.

ING. HONORATO PLACENCIA C.
DIRECTOR DE TESIS

INDICE GENERAL DE MATERIAS

CAPITULO I

	<u>Pág.</u>	
1.1	Consideraciones Generales sobre la Electrifi- cación Rural	1
1.1.1	Introducción	1
1.1.2	Importancia de la Electrificación Rural.	4
1.1.3	Institución, Financiamiento y Promoción de la Electrificación Rural	7
1.1.3.1	Aspectes Institucionales	7
1.1.3.2	Aspecto Financiero	9
1.1.3.3	Aspecto Promocional	11
1.1.4	Desarrollo de la Electrificación Rural	18
1.2	La Electrificación Rural en el Ecuador	21
1.2.1	La Electrificación Rural en el Cantón Quito	35
1.2.1.1	Sistema Guangepelo-Conocoto (2.3 KV Y)	37
1.2.1.2	Sistema Cotecellao-Pomasqui-Calacalí	37
1.2.1.3	Sistema Carretas-Calderón-Nayón	39
1.2.1.4	Sistema Tambillo-Uyumbiche-Amaguaña	41
1.2.1.5	Sistema Guangepelo-Cumbaya-Tumbaco	42
1.2.1.6	Sistema Pife-Puembe	44
1.2.1.7	Sistema Cumbayá-Pife-Quinche	
1.3	La Electrificación del Valle de Los Chillos	59
1.3.1	Bases para la Selección de las Áreas Rurales a Electrificarse	59
1.3.2	Características Generales y Alcance del Pro- yecto.	63

CAPITULO II

2.1	Descripción General del Valle de Los <u>Chil</u> lles.	67
2.1.1	Localización Geográfica	67
2.1.2	Características Generales	67
2.1.3	Jurisdicción Cantonal, Poblaciones Prin cipales	69
2.1.3.1	Cantón Rumifañui	69
2.1.3.2	Cantón Quito	70
2.1.4	Importancia del Valle de Los Chillos	72
2.2	Características del Servicio Eléctrico - actual al Valle de Los Chillos	76
2.2.1	Sistemas Eléctricos Sector del Cantón <u>Qui</u> te	76
2.2.1.1	Sistema Guangepele-Cenecete	77
2.2.1.1a	Alcance y Magnitud del Sistema	77
2.2.1.1b	Condiciones del Servicio	85
2.2.1.1c	Cálculos de los Parámetros del Sistema	104
2.2.1.1d	Pérdidas en el Sistema	112
2.2.1.1e	Conclusiones	118
2.2.1.2	Sistema Uyumbicho-Amaguaña	119
2.2.1.2a	Alcance y Magnitud del Sistema	119
2.2.1.2b	Condiciones de Servicio	121
2.2.1.2c	Pérdidas en el Sistema	129
2.2.1.2d	Conclusiones	132

2.2.2	Sistemas Eléctricos Sector del Cantón Rumiñahui	133
2.2.2.1	Sistema de Distribución Sangolquí	133
2.2.2.1a	Estado Actual del Sistema y Características del Servicio	134
2.2.2.1b	Conclusiones	136
2.3	Soluciones al Servicio Aceptadas	137
2.3.1	Generalidades	137
2.3.2	Sistema de Distribución Guangepelo	138
2.3.3	Sistema de Distribución San Rafael	139
2.3.4	Subestación Provisional San Rafael	139
2.3.5	Conclusiones	140
CAPITULO III		
3.1	Demanda hasta 1.969	143
3.1.1	Antecedentes	143
3.1.2	Sector Cantón Quite	144
3.1.2.1	Datos Estadísticos	144
3.1.2.1a	Población	144
3.1.2.1b	Edificaciones	144
3.1.2.1c	Abenades Generales	145
3.1.2.1d	Carga Industrial Instalada	145
3.1.2.1e	Clientes Especiales	145
3.1.2.1f	Distribución de Tarifas C&R Consumos Facturados Promedios	146
3.1.2.1g	Consumo per Alumbrado Público	146
3.1.2.2	Bases para la Determinación de las Demandas	146

3.1.2.3	Indices de Electrificación. Período 1.963-1.969	148
3.1.3	Sector Cantón Rumifñahui	148
3.1.3.1	Datos Estadísticos	148
3.1.3.1a	Población	148
3.1.3.1b	Edificaciones	149
3.1.3.2	Parámetros del Sistema Actual	150
3.1.3.3	Indices de Electrificación	150
3.2	Sistema de Determinación de Demandas Comerciales & Residenciales Basado en el Consumo de Energía Eléctrica	150
3.2.1	Introducción	151
3.2.2	Descripción del Sistema	152
3.3	Estimación de la Demanda Futura	160
3.3.1	Introducción	160
3.3.2	Tipificación del Consumo Futuro del Va lle de Los Chillos	161
3.3.2.1	Introducción	161
3.3.2.2	Establecimiento de los Grupos Tipo de Consumo	163
3.3.2.2a	Grupo de Consumo 1	164
3.3.2.2b	Grupo de Consumo 2	164
3.3.2.2c	Grupo de Consumo 3	166
3.3.2.2d	Grupo de Consumo 4	167
3.3.2.2e	Grupo de Consumo 5	168

		<u>Pág.</u>
3.3.3	Determinación de las Demandas	173
3.3.3.1	Grupo de Consumo 1	173
3.3.3.1a	Sector Cantón Quito	173
3.3.3.1b	Sector Cantón Rumiñahui	177
3.3.3.2	Grupo de Consumo 2	180
3.3.3.2a	Sector Cantón Quito	180
3.3.3.2b	Sector Cantón Rumiñahui	197
3.3.3.3	Grupo de Consumo 3	200
3.3.3.4	Grupo de Consumo 4	209
3.3.3.4a	Sector Cantón Quito	209
3.3.3.4b	Sector Cantón Rumiñahui	215
3.3.3.5	Evaluación de la Demanda Coincidente Total del Valle.	216
3.4	Introducción al Proyecto de Electrificación del Valle de Los Chillos	219
3.4.1	Antecedentes	219
3.4.2	Criterios sobre el Proyecto	220
3.5	Epílogo	227

INDICE DE PLANOS, TABLAS, CUADROS, ETC.

PLANOS.-

Pág.

- N° 1.1 Valle de Los Chillos. Localización geográfica y jurisdicción cantonal. 63a

DIAGRAMAS.-

- N° 2.1 Sistema de distribución rural Guangepele-Cenecote. Diagrama del circuito. 84e
- N° 2.2 Sistema de distribución rural Guangepele-Cenecote. Puntos de toma de lecturas de carga. 111a
- N° 2.3 Sistema de Distribución Guangepele-Cenecote. Diagrama de impedancias. 88a
- N° 2.4 Sistema de distribución rural Guangepele-Cenecote. Diagrama del sistema de protección contra sobreintensidades existente. 88b
- N° 2.5 Sistema de distribución rural Guangepele-Cenecote. Curvas diarias de carga (I) y de pérdidas en el cobre (I²) 113b
- N° 2.6 Sistema de distribución rural Uyumbiche-Amaguaña. Diagrama eléctrico unifilar del sistema. 120b
- N° 2.7 Sistema de distribución rural Uyumbiche-Amaguaña. Localización de los transformadores existentes. 121a
- N° 2.8 Sistemas de distribución rural Guangepele y Cenecote. Diagramas de los sistemas y eléctrico unifilar de la subestación provisional San Rafael. 139a

CROQUIS.-Pág.

N° 1.1	Electrificación Rural en el Ecuador. Sistema Ambato	25a
N° 1.2	Electrificación Rural en el Ecuador. Sistema Latacunga.	27a
N° 1.3	Electrificación Rural en el Ecuador. Zona Rural del Cantón Mejía.	28a
N° 1.4	Electrificación Rural en el Ecuador. Sistema Ste. Domingo de Los Colorados.	30a
N° 1.5	Electrificación Rural en el Ecuador. Sistema Daule.	32a
N° 1.6	Electrificación Rural en el Ecuador. Zona Rural de la Península de Sta. Elena.	34a
N° 1.7	Electrificación Rural en el Ecuador. Otras poblaciones rurales consideradas.	34b
N° 1.8	Electrificación Rural en el Ecuador. Zonas rurales consideradas.	34c

CUADROS.-

N° 1.1	Síntesis de la electrificación rural en el Ecuador.	34d
N° 2.1	Distribución de cargas en transformadores en el área cubierta por el sistema Guangepele-Cenecete.	84a
N° 2.2	Distribución de clientes y demandas máximas per Zonas de Carga. Sistema Guangepele-Cenecete.	84b
N° 2.3	Distribución de consumos máximos per tarifa Residencial y Comercial. Sistema Guangepele-Cenecete.	84c

CUADROS.-Pág.

Nº 2.4	Consumos y Demandas máximas correspondientes, tarifas R, C y A.P. Sistema Guangepele-Cenecote.	84d
Nº 2.5	Caídas de Tensión y Pérdidas de Potencia. Sistema Guangepele-Cenecote.	95a
Nº 2.6	Consumos y Demandas máximas correspondientes. Sistema Uyumbiche-Amaguaña.	120a
Nº 2.7	Caídas de Tensión. Sistema Uyumbiche-Amaguaña.	128a
Nº 3.1	Población del Valle de Los Chillos.	144b
Nº 3.2	Edificaciones. Valle de Los Chillos.	144a
Nº 3.3	Abenades. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	144c
Nº 3.4	Carga Industrial instalada. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	145a
Nº 3.5	Cargas Especiales. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	145b
Nº 3.6	Distribución de Tarifas C y R. Consumos promedio. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	146a
Nº 3.7	Carga Instalada en A.P. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	146b
Nº 3.8	Demandas máximas coincidentes 1.963-1.969. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	147a
Nº 3.9	Indices Hab./Ab y % de Edificios con Servicio. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito.	148a

CUADROS.-Pág.

N° 3.10	Parámetros del Sistema de Distribución de Sangelquí.	149a
N° 3.11	Resumen General de Clientes, Consumos, Carga Especial. Valle de Los Chillos. Período 1.975-1.990.	218a
N° 3.12	Demandas máximas coincidentes. Valle de Los Chillos. Período 1.975-1.990.	218b

FIGURAS.-

N° 2.1	101
N° 2.2	106
N° 2.3	107
N° 2.4	113a

GRAFICOS.-

N° 1.1	54a
N° 3.1	149b
N° 3.2	149c
N° 3.3	149d
N° 3.4	149e
N° 3.5	153a
N° 3.6	153b
N° 3.6a	153c
N° 3.7	187a
N° 3.8	205a
N° 3.9	205b
N° 3.10	207a
N° 3.11	163

C A P I T U L O I

1.1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ELECTRIFICACION RURAL

1.1.1 INTRODUCCION.

Aunque en muchos países latinoamericanos se verifique a veces un desarrollo socio-económico apreciable, se debe reconocer, con todo que lejos de disminuir, está aumentando el desnivel de condiciones de vida existente entre el campo y la ciudad.

Perdura y se amplía el retraso del sector primario de economía en relación con el arranque experimentado en los sectores industrial y de servicios. Por otra parte, es evidente que el sector agrepe—cuario participa con más de la mitad del presupuesto nacional de — estos países, sin embargo, el proceso sumamente distorsionado de redistribución de las rentas opera de tal manera que la mayor parte de la riqueza se concentra en el área urbana e industrializada.

Esto significa menos hospitales, escuelas, comunicaciones, energía eléctrica y otros factores de desarrollo para la mayoría de la población de estos países, produciendo, en consecuencia, un grave — problema de justicia económica y social.

Se sigue de allí que las grandes metrópolis ejercen una atracción especial sobre vastas capas de población rural, y que, cada vez se desorganiza más la actividad económica del sector.

Se explica así el empeño de los gobiernos en adoptar una política de revitalización del sector agropecuario que varía de acuerdo con la índole de las poblaciones, los obstáculos estructurales del desarrollo y otras razones no menos poderosas.

En líneas generales, las políticas de revalorización del sector agropecuario implican el incentivo de las actividades económicas tradicionales y las actividades pioneras a través de subsidios; las concesiones de crédito financiero eficaces; el tratamiento adecuado del problema del acceso a la tierra; la garantía de los precios mínimos; la protección del estudio contra las plagas; la instrucción de la población rural en el área de asociación y tantas otras medidas de fondo que la situación exige urgentemente.

Se supone que las medidas antes indicadas deberían encontrarse ya en la mente del gobierno nacional, a través de cuidadosa planificación, que debería incluir un conjunto de otras providencias, que directamente influirían sobre la elevación de la productividad agropecuaria. Nos referimos a la implantación de obras de infraestructura rural.

Desgraciadamente para países pobres como el Ecuador, es difícil fomentar simultáneamente todas o por lo menos la mayor parte de

los renglones que forman su infraestructura tanto social (escuelas, hospitales, saneamiento ambiental, mejoramiento del hogar rural, salud y salubridad pública, policía, etc.) como económica (abastecimiento de agua, de energía eléctrica, vialidad, telecomunicaciones, etc.), de ahí la prioridad que al planear el desarrollo de la comunidad rural deba conferirse a la selección de los elementos.

Sea a nivel estatal o regional, pensamos es urgente la necesidad de coordinar correctamente esos elementos socio-económicos de base, a fin de conseguir el más adecuado desarrollo de nuestros sectores rurales. Al hablar de correcta formación y coordinación de los elementos de base económica y social por supuesto que nos referimos no sólo a su mera ejecución, sino a aspectos trascendentes como lograr su funcionamiento debidamente organizado y controlado a fin de conseguir en forma sustancial y si posible radical, la mejora de los niveles de vida de la población campesina ecuatoriana.

La energía eléctrica, bajo varios aspectos, se presenta como instrumento estratégico, cuya prioridad solo puede ser disputada — por la estructura vial. Así, no sería exagerado decir que la población rural necesita, ante todo, para su circulación y la cir-

culación de las riquezas que produce, carreteras; y para su fijación en el centro de sus actividades, energía eléctrica.

Debe señalarse, sin embargo, que la electrificación rural envuelve en sí misma una programación altamente especializada que comprende, además de los problemas propios de la energía eléctrica, los factores más salientes de la economía agraria.

1.1.2 IMPORTANCIA DE LA ELECTRIFICACION RURAL.-

La idea de la electrificación rural no surge de la nada. Una serie de hechos y sucesos es lo que prácticamente determina su necesidad. La electrificación rural no constituye un problema aislado sino por el contrario, forma parte de un complejo dinámico de desarrollo del medio rural que engloba otros problemas, entre los cuales podemos citar:

- 1.- La necesidad de adoptar nuevas prácticas agrícolas, con una aplicación de la tecnología moderna, para propiciar el aumento de la productividad.
- 2.- La necesidad de la realización de programas con miras a la mejoría de los niveles de higiene, salud y educación.
- 3.- La necesidad de la ampliación del mercado consumidor de energía y de productos eléctricos en general, que producirá efec-

tos de orden económico a escala nacional.

4.- La necesidad de la integración total del campesino a la sociedad, volviéndose cada vez más útil a la misma, tanto como productor como consumidor.

5.- La necesidad de la humanización de la vida en el campo, con vistas a la fijación del hombre en el medio.

En todos los problemas arriba mencionados, la electrificación rural interviene de una manera benéfica y asimismo decisiva, y, en contraposición, esos mismos problemas forman parte del complejo de desarrollo que exige la electrificación rural.

En Latino América se padece de un fenómeno de repercusiones atroces para la economía de los pueblos: el congestionamiento urbano; que, indudablemente, constituye un serio obstáculo para la incorporación social de grandes masas de población al progreso de los países, toda vez que la corriente hacia las ciudades tiende a convertirse, sencillamente, en una transferencia del desempleo en el medio rural por un desempleo urbano.

La población agrícola latinoamericana se ha dedicado por mucho tiempo a la extracción de los recursos que la naturaleza le ponía a la disposición, a través del aprovechamiento casi exclusivo del esfuerzo muscular, sea del hombre ó de los animales, siendo éste,

en suma, el resultado del conservadurismo económico de nuestros pueblos, que no utilizan la máquina ni de la tecnología moderna - en la producción agropecuaria. Es aquí donde la electrificación rural justifica plenamente su importancia.

No cabe duda de que la introducción de la electricidad en las áreas rurales trae consigo una apreciable elevación del estándar de vida del trabajador del campo y contribuye en forma considerable al incremento de la productividad de la finca, rancho ó hacienda.

Gracias a la electricidad, es posible llevar al campo las facilidades y "pequeños lujos" de la vida moderna, hasta tanto sólo reservadas al área urbana: iluminación, equipo de cocina, radio, televisión, etc., haciendo más agradable la vida de hogar de la esposa rural, al tiempo que abre nuevos mercados para tales artefactos domésticos.

La industrialización de la riqueza básica del agro, agricultura y ganadería, hecha posible por la electricidad, es factor fundamental para el incremento de productividad, abaratamiento de costos y creación de fuentes de trabajo.

La electrificación rural además, juega un papel importante en la descentralización de la industria, al permitir que firmas intere-

sadas, en vez de localizar sus industrias en el perímetro urbano lo hagan en el sector rural, contribuyendo así a la solución de uno de los problemas que abaten nuestros campos: la desocupación.

Es así entonces como la electrificación rural, creando nuevas y variadas fuentes de trabajo, promoviendo el asentamiento de centros residenciales y contribuyendo al confort del hogar rural, se constituye en un importante factor preventivo del abandono del --

sadas, en vez de localizar sus industrias en el perímetro urbano lo hagan en el sector rural, contribuyendo así a la solución de uno de los problemas que abaten nuestros campos: la desocupación. Es así entonces como la electrificación rural, creando nuevas y variadas fuentes de trabajo, promoviendo el asentamiento de centros residenciales y contribuyendo al confort del hogar rural, se constituye en un importante factor preventivo del abandono del campo por la ciudad, y en rueda motriz de la industrialización agropecuaria, hechos que, en definitiva, contribuirán a la solución del fenómeno sociológico del sub-empleo y carestía de vivienda en nuestras ciudades, y a la integración efectiva del sector agrario al movimiento económico nacional.

1.1.3. INSTITUCION, FINANCIAMIENTO Y PROMOCION DE LA ELECTRIFICACION RURAL.

1.1.3.1 ASPECTOS INSTITUCIONALES.-

Para el mejor logro de los programas de electrificación rural se precisa establecer sistemas de organización en los que tengan participación los habitantes del campo; esos organismos especializados requieren por su parte de la colaboración técnica, financiera y legal de las instituciones nacionales de fomento y, especialmente, de los organismos nacionales eléctricos. Por ese motivo, creemos es obligación del go

bierno:

- El fomentar, a través de instituciones nacionales, la formación de organizaciones encargadas de la electrificación rural, dándoles el asesoramiento legal y el apoyo técnico y financiero que necesiten para la ejecución de sus programas;
- El estudiar la organización administrativa del estado y de las instituciones que realizan programas de fomento rural con el objeto de coordinar la labor de todos estos organismos para aprovechar mejor las inversiones eléctricas y contribuir en esa forma al mejoramiento socio económico de la población campesina;
- El promulgar y adaptar la legislación en que se base la electrificación rural, a las necesidades actuales del desarrollo rural y a la estructura de la industria eléctrica;
- El fiscalizar y supervisar el campo de actividades y el buen funcionamiento de los organismos que llevan a cabo la electrificación rural para que, en beneficio de los usuarios, proporcionen el mejor servicio al menor precio posible y utilizando los recursos que aquellos ofrezcan.

La electrificación rural es llevada a cabo en el país por empresas eléctricas privadas ó mixtas y cooperativas de electrificación (Sto. Domingo y Daule). Serán estas entidades de servicio

las que tengan que racionalizar y estandarizar los procedimientos técnicos administrativos y estatales para que se reduzcan los gastos de operación, se aumente la eficiencia de los servicios y se proporcione un mejor control de los resultados. Además, deberán promover el intercambio de toda clase de informaciones y experiencias para que su conocimiento permita mejorar procedimientos y sistemas en uso, y formular programas de becas para el personal, con el objeto de que conozca los adelantos que existan en otros países y los aprovechen en beneficio de su país.

1.1.3.2. ASPECTO FINANCIERO.-

El problema básico de la electrificación rural del país está constituido por el financiamiento de sus inversiones, que resultan más costosas por consumidor servido, que las del sector urbano.

No cabe duda que existe un déficit de reservas para llevar a cabo los programas de electrificación rural con la rapidez que la evolución social requiere. Podría pensarse en establecer posiblemente dentro de los programas de desarrollo del país, organismos financieros para el fomento eléctrico rural, fondos rotativos para el financiamiento de esos programas y prioridades con base

en consideraciones socio económicas y financieras.

Las Empresas Eléctricas suelen obtener facilidades de financiamiento de fuentes externas y de generación interna de caja, suficiente para obras mayores de generación, transmisión y distribución, pero no para la realización de programas de electrificación de los sectores rurales. Por lo tanto el financiamiento para esto último requiere la participación de los consumidores rurales y la colaboración de los gobiernos (nacional y local) y de los organismos nacionales e internacionales. Por otro lado la baja o nula rentabilidad del sector rural implica la obtención de préstamos suficientes a largo plazo y a bajas tasas de interés.

A nivel de empresas debería establecerse una política general de captación de recursos, que esté de acuerdo con la naturaleza de los gastos correspondientes a generación, transmisión y distribución, del programa rural.

Las actuales fuentes de financiamiento externo para la electrificación rural son limitadas. Se impone pues una acción conjunta a nivel internacional ante los organismos de crédito para que se amplíen tales recursos.

El problema de financiamiento a nivel de consumidores reviste especial importancia. Deben aportar una parte del costo de la in-

versión en líneas y equipos que lleven la electricidad a su propiedad, aparte de hacer los gastos necesarios para usar la energía eléctrica en sus casas y actividades.

Se debería proporcionar facilidades especiales de financiamiento a los consumidores, teniendo presente sus condiciones económicas, para calcular la aportación correspondiente a la obra que necesitan hacer y para adquirir los implementos eléctricos (domésticos y productivos).

Estas facilidades de crédito pueden abarcar desde el financiamiento que otorguen las empresas eléctricas, los organismos de fomento y los bancos comerciales hasta los de tipo especial como los programas de obras rurales por colaboración comunal. Por otro lado, sabiendo que el sector agropecuario genera ahorros y que generalmente no se canalizan adecuadamente, resulta necesario crear organismos adecuados para recoger esos recursos con el fin de dirigirlos hacia la electrificación del campo.

1.1.3.3. ASPECTO PROMOCIONAL.-

Pero el financiamiento es sólo un elemento de la labor a cumplir. La promoción para la aceptación del servicio y para el incremento del consumo es la piedra angular de todo el programa que permitirá hacer más redituables las

instalaciones.

La promoción acelera el proceso de la electrificación rural al aumentar el consumo de la energía, con el consiguiente beneficio para el medio rural.

La aplicación de los sistemas promocionales es tanto más efectiva cuanto mejor se adapta a la idiosincracia de los habitantes de las regiones a que se destina.

En el Ecuador, la venta de energía eléctrica al usuario urbano ó rural por parte de las compañías o empresas encargadas, se ha basado en la simple necesidad del cliente de satisfacer sus requerimientos de servicio en el hogar o industria y en la disponibilidad de medios de tales instituciones para satisfacer esa demanda. No se ha contado con sistemas de promoción de venta de energía eléctrica, dejándose al sólo incremento poblacional, normal ó accidental, el crecimiento de demanda y mercado.

Si bien porque el poblador urbano medio tiene un conocimiento relativamente claro acerca de la electricidad y sus posibilidades de aplicación, puede prescindirse del medio publicitario para -- convertirlo en un cliente potencial, no sucede lo mismo con el habitante rural, a quien por sus limitaciones de ambiente, poca o ninguna posibilidad hay de asimilarle al servicio eléctrico --

mientras no exista en él esa necesidad originada en el conocimiento de las ventajas inherentes a la electrificación.

Ahora bien, quién sino los organismos encargados de la planificación, fomento o venta de energía eléctrica en la región son los llamados a informar e instruir al ciudadano sobre este aspecto, sea adoptando sistemas promocionales utilizados con éxito por otras compañías de servicio, pero con las necesarias adecuaciones al medio, sea a través de un departamento propio especializado en promoción eléctrica o por medio de sistemas planificados a escala nacional por los organismos centrales encargados del desarrollo eléctrico del país.

A continuación se bosqueja en términos generales el carácter de un programa de promoción para el uso y venta de energía eléctrica en el sector rural. Ha sido elaborado adoptando los principios básicos de los sistemas aplicados por REA (Rural Electrification Administration) en Estados Unidos, pero con las necesarias adecuaciones a las necesidades y posibilidades de nuestro país.

I.- POLITICA.-

- A.- Cada Empresa debería conducir sobre una base continua, un programa de promoción para el uso y venta de energía eléctrica.

Tales programas y consiguientes inversiones en sus sistemas rurales, son parte esencial de la actividad empresarial, si es que realmente ésta persigue el cumplir sus responsabilidades para con el consumidor y comunidades por ella servidos y mejorar su propia posición financiera.

B.- Un programa de promoción para el uso y venta de energía eléctrica debería diseñarse para:

- 1.- Llenar las necesidades de sus consumidores en lo que respecta a la selección y uso del equipo eléctrico más adecuado para incrementar sus utilidades personales y estándar de vida.
- 2.- Aumentar el índice de venta de energía eléctrica más allá del punto al cual se hubiera llegado sin esfuerzo promocional, mejorando de esta manera la rentabilidad del sistema rural.
- 3.- Fomentar el incremento futuro de programas de desarrollo rural balanceado, a través de una adecuada electrificación de granjas, fincas y haciendas y del impulso a la expansión industrial, de tal forma de crear nuevas oportunidades de empleo, mejora en el nivel educacional y facilidades para el bienestar y salud de la comunidad rural.

C.- Es responsabilidad de cada Empresa el determinar la naturaleza y extensión del programa más adecuado a sus necesidades y a las de sus consumidores. Los servicios y facilidades de todas las organizaciones públicas y privadas en el campo deberían ser utilizadas siempre que sea posible, con el fin de obtener la máxima efectividad de tal programa. A través de la participación en actividades de grupo de asociaciones de empresas, asociaciones de industrias y juntas parroquiales, cada empresa puede llevar sus programas promocionales a toda su área de servicio.

II.- RECOMENDACIONES A LOS ORGANISMOS DE ELECTRIFICACION.-

- Elaborar los programas de promoción, tomando en cuenta las actividades agrícolas e industriales de las zonas que pueden beneficiarse de la electrificación, tanto desde el punto de vista económico como social;
- Dar prioridad en los programas de electrificación a las zonas que tengan una alta potencialidad agrícola, incluso las desérticas que hagan posible el establecimiento de pequeñas industrias transformadoras, y la aplicación de métodos más eficientes de trabajo.
- Planear los programas de promoción del uso de la electricidad

- dad en el campo y llevarlos a cabo, bien por las mismas -
Empresas o por medio de otros organismos nacionales o --
privados.
- Coordinarse con otros organismos nacionales encargados -
de proporcionar servicios al sector rural en la promoción
simultánea de todos los aspectos relacionados con el desa-
rrollo integral de la actividad agropecuaria.
 - Tomar en cuenta, en el planeamiento de la promoción:
 - a) Los objetivos perseguidos y las limitaciones y alcan--
ces del sistema que se adopte;
 - b) Una estructura y un nivel tarifario adecuado al sector
rural;
 - c) El financiamiento del consumidor;
 - d) Procedimientos ágiles y sencillos que eliminen los de-
rechos que dificulten la contratación, los depósitos de
garantía y otras fianzas;
 - Crear tarifas compatibles con la capacidad de pago de los
consumidores rurales, reconociendo que no suele ser posi-
ble lograr una rentabilidad financiera cuando es necesi-
rio aplicarlas, aunque por otra parte sean requeridas pa-
ra la promoción del agro;
 - Considerar la promoción del uso de la electricidad como par

te del proyecto de electrificación, de manera que la ejecución de las extensiones del servicio incluya al mismo tiempo la dotación a los usuarios de los elementos indispensables para que utilicen la electricidad;

- Utilizar como instrumento de promoción, métodos de venta de enseres domésticos, de equipo y otros implementos para actividades agrícola-industriales en condiciones atractivas de plazo y precio, en combinación con la instalación domiciliaria e instrucciones audiovisuales y distribución de folletos sobre los múltiples usos de los aparatos eléctricos y de la electricidad. Para ello se considera preferible contar con la colaboración de personas que viven en la región o de quienes por algún motivo se encuentran vinculadas al medio rural;
- Adoptar la electrificación del riego por bombeo como medio para abaratar los costos y aumentar los rendimientos unitarios de los cultivos;
- Promover la electrificación en las explotaciones agropecuarias destacándose la importancia entre otras, del riego por bombeo, la industria láctea y el manejo de cereales.

III.- FUENTES DE ASISTENCIA.-

Existen varias fuentes de las que puede recabarse ayuda y asistencia en el desarrollo y conducción de un programa de promoción para el uso de energía eléctrica. Algunas de esas fuentes pueden ser:

- a) Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).
- b) Dirección Nacional de Promoción Social.
- c) Servicio de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura.
- d) Asociación de Empresas Eléctricas.
- e) Clubes 4-F.
- f) Colegio de Agricultura y otros centros educacionales agrícolas.
- g) Juntas Parroquiales y Comités de Desarrollo Rural.
- h) Distribuidores de equipo eléctrico y agentes de ventas.

1.1.4. DESARROLLO DE LA ELECTRIFICACION RURAL.-

La idea de llevar energía eléctrica al campo se remonta a muchas décadas, es así como en Europa y en los Estados Unidos el problema ya se ha venido tratando de manera organizada desde hace más de 30 años.

En Latinoamérica, el asunto ha concitado la atención de algunos gobiernos desde hace unos 8 ó 9 años solamente, siendo hasta en-

tonces las tentativas hechas para el desarrollo de la electrificación rural aisladas, poco importantes, poco prácticas y generalmente limitadas a exponer la necesidad de su implantación.

Las pequeñas y pocas extensiones de líneas rurales existentes, — por lo general, eran responsabilidad de los propios interesados — que, aislados o reunidos en pequeños grupos, propiciaban la electrificación de sus propiedades agrícolas. Tal procedimiento llegó a ser rutinario, y muchas propiedades, entonces, fueron electrificadas sin ninguna programación, orientación ó asistencia técnica, resultando, en muchos casos fracasos totales, pues no llegaban a cubrir las necesidades mínimas de los usuarios.

México es, en la actualidad, uno de los primeros países latinoamericanos que se halla activamente empeñado en promover y desarrollar la electrificación rural en su territorio. Prueba de ello — son las siguientes cifras tomadas de boletines informativos de la CFE. (Comisión Federal de Electricidad) de México.

Período	Inversiones en Electrificación Rural (Suces)	Total Poblaciones Servidas	% Incremento de servicio respecto a 1.964
hasta 1.964		3.891	-
1.964 - 67	3.000.000.000	6.326	62
1.967 - 68	1.000.000.000	7.326	88
1.968 -70	2.000.000.000	9.891	154

Desgraciadamente no se pudo obtener datos sobre el porcentaje que representa el programa cubierto hasta 1.968 y el proyectado hasta 1.970 frente a la población rural total de 1.968 y esperada a 1.970.

Pero de cualquier manera el monto de inversiones y sobre todo el programa de incremento de la electrificación rural respecto al año base 1.964 nos da la idea clara de la importancia concedida por ese gobierno al desarrollo de esta faceta de su infraestructura económica.

En el ámbito internacional americano, la electrificación rural se halla ya en su fase de pre-apogeo. Se han desarrollado tres Conferencias Latinoamericanas de Electrificación Rural, la última de las cuales se realizó en la ciudad de México en el mes de abril/69. El Ecuador estuvo presente en esta última Convención, consciente de la importancia de la reunión y su intervención en ella.

Fueron objetivos de la III CLER:

- 1.- Estudiar la importancia de las obras de electrificación en las zonas ó regiones con menor desarrollo económico relativo.
- 2.- Revisar los aspectos técnicos financieros promocionales o institucionales de la electrificación rural, de acuerdo con la política de desarrollo seguida en cada país.

- 3.- Favorecer la organización de instituciones internacionales cuyos objetivos sean, entre otros, la investigación, el intercambio técnico y la promoción del desarrollo de la electrificación.
- 4.- Evaluar y confrontar los adelantos obtenidos en el campo de la electrificación rural desde la celebración de la I CLER a la fecha.
- 5.- Fomentar el diálogo entre los técnicos de las empresas eléctricas y los directamente responsables de la educación profesional, respecto a los profesionistas que la electrificación rural requiere para su desarrollo.

1.2. LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN EL ECUADOR.-

En el Ecuador aún no se ha dado a la electrificación rural toda la importancia que se merece. Recién en 1.963, con ocasión de la visita realizada al país por expertos de Estados Unidos en Electrificación Rural, se inspeccionaron ciertas zonas rurales del Ecuador y se consultó con los organismos nacionales encargados de la electrificación sobre las posibilidades de establecer proyectos cuya finalidad fuera la de electrificar áreas rurales por medio del sistema cooperativo, cuya aplicación ha demostrado tener éxito en otros países latinoamericanos. Se efectivizó con la firma de un Convenio entre AID y la Asociación Na

cional de Cooperativas de Electrificación Rural (NRECA) de Estados Unidos para realizar estudios preliminares de electrificación en varias zonas rurales del país.

Con la colaboración del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) y USAID se iniciaron los estudios de factibilidad de la aplicación del sistema cooperativo de electrificación en el país. De éste se concluyó dando a la zona de Santo Domingo de Los Colorados la primera prioridad y a la zona de Daule la segunda. Estas dos regiones se constituyeron de esta forma en los Proyectos Pilotos para la iniciación de la electrificación rural organizada en el país. Hoy por hoy existen como las dos únicas Cooperativas expresamente constituidas con fines de electrificación del sector agrario.

En la actualidad, la población rural del país se la estima en unos tres millones doscientos mil habitantes, de los cuales, menos de medio millón habitan en zonas rurales ya electrificadas ó en posibilidad de serlo en un futuro muy cercano. Los dos millones setecientos mil habitantes restantes, que constituyen los 5/6 de esa población rural ecuatoriana, carecerán de cualquier posibilidad de ser asimilados al servicio eléctrico tal como se ven las cosas, por mucho tiempo todavía.

En realidad, el factor fundamental que nos ha llevado a esta situación, aparte de la singular apatía mostrada en este aspecto - por los gobiernos y autoridades provinciales y municipales, es - el económico. Se concluye que la inversión por habitante rural - para dotarlo de servicio es de \$/ 180,00 en la sierra y de \$/ --- 131,00 en la costa. Esto tomándose en cuenta sólo las inversio-- nes en transmisión y distribución. Por experiencia en la Cooperativa Santo Domingo de Los Colorados, la inversión por habitante rural, incluido el rubro generación ha ascendido a \$/ 850,00.

El promedio de habitante por abonado en las áreas servidas, es de 11 en la sierra y de 14 en la costa. En estas condiciones, la in versión por abonado es de \$/ 2.044,00 en la sierra y de \$/ 1.783,00 en la costa, considerándose solamente las inversiones en transmisión y distribución. La Cooperativa Santo Domingo de Los Colorados estima su inversión por abonado en \$/ 11.757,00 incluyéndose las inversiones en generación.

Ahora bien, tratar de establecer el monto total de las inversiones en electrificación rural requeridas en el país, resulta muy difícil ya que los esfuerzos desplegados en el campo de la elec trificación rural por los Organismos encargados, han servido princi palmente para llevar este servicio a las áreas más concentra--

das de población rural. Conforme se avance en esta tarea se verá indefectiblemente que las etapas subsiguientes son cada vez más difíciles por dirigirse a población rural cada vez más dispersa, de tal manera que una misma inversión de capital que se hizo en años anteriores, alcanza a beneficiar a un número cada vez menor de habitantes, acrecentándose consecuentemente las inversiones por habitante y por cliente necesarias para entregar el servicio eléctrico. De aquí que si no se destinan cada año sumas mayores a esta obra, el avance de la misma se va haciendo cada vez más lento, en lo que a número de habitantes servidos se refiere.

En definitiva, si no se crean fondos sustanciales destinados exclusivamente al fomento de la electrificación rural a escala nacional, esta obra incipiente no tendrá jamás carácter de solución y constituirá, como hasta hoy, beneficio exclusivo de unas pocas comunidades rurales privilegiadas.

Pasamos a describir algunas de las más representativas obras que en materia de electrificación rural se han llevado a cabo en el país, a excepción de las correspondientes al Cantón Quito, que serán objeto de estudio aparte.

- Zona Rural de la Provincia de Tunjurahua.-

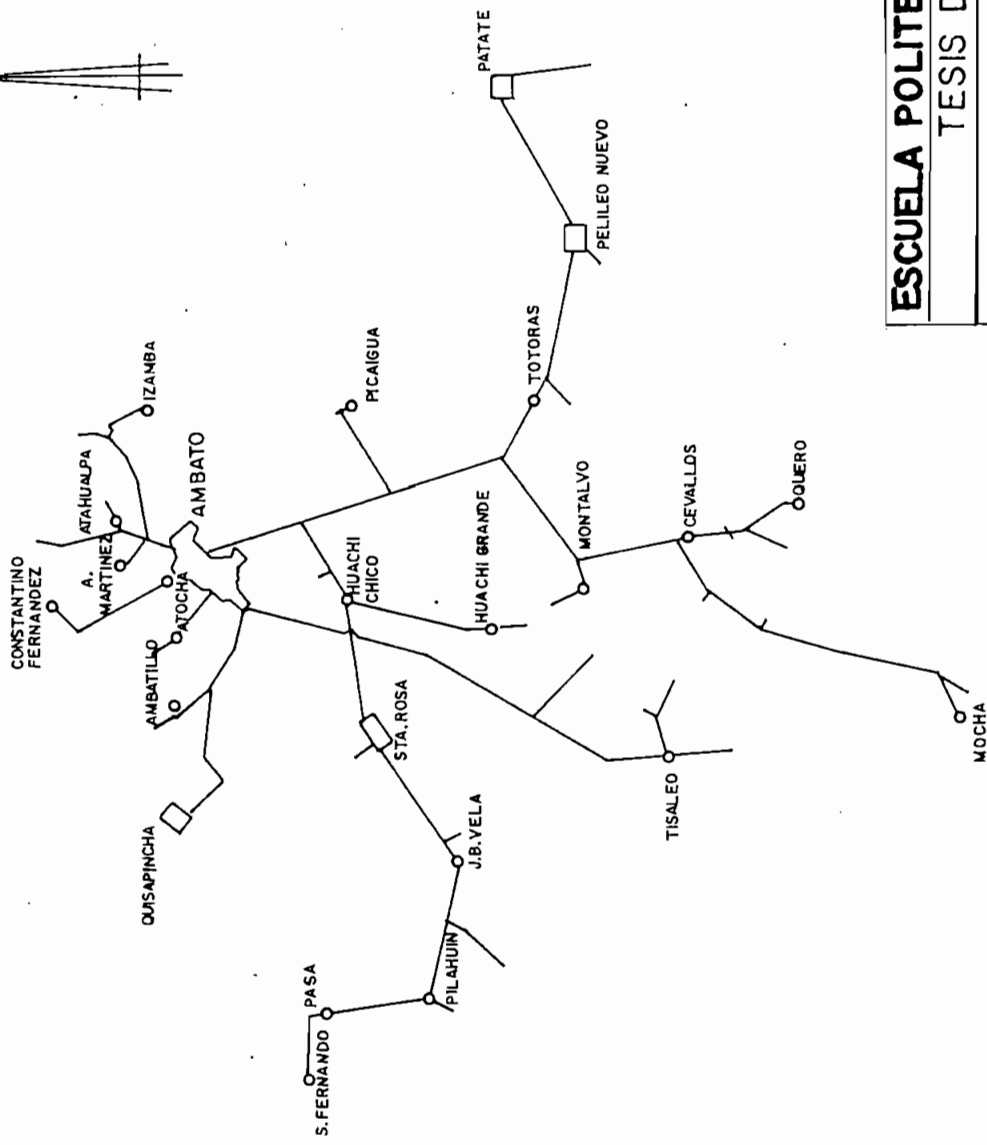
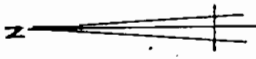
Se ha efectuado un total de inversiones de \$/ 3'735.000,00 en las siguientes obras de electrificación rural:

- a) Construcción o adecuación de redes de distribución con tensiones secundarias de 210/121 y 120/240 voltios para efectuar el servicio de 3.100 abonados (en julio/68).
- b) Líneas trifásicas de subtransmisión a 13.2 KV con una longitud de 76 Km.
- c) Líneas trifásicas de subtransmisión a 4.16 KV con una longitud de 21 Km.
- d) Ramales de subtransmisión monofásicos derivados de las líneas indicadas, en unos 55 Km., aproximadamente.

El índice de inversión por abonado es de \$/ 1.223,00.

En toda la zona rural existe una capacidad instalada de 1.000 KVA en transformadores de distribución.

Estas obras de electrificación benefician a unos 33.000 habitantes rurales. Esto, frente al precitado número de abonados nos da un índice de 9 habitantes/abonado.



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
TESIS DE GRADO

ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR

SISTEMA AMBATO

PREPARO	FECHA ENERO-1971	CRÓQUIS	1.1
REVISO	FECHA	ESCALA	1:2000
APROBO	FECHA		

001523

El consumo mensual facturado por la Empresa Eléctrica "Ambato" - se distribuye así:

Consumo urbano (ciudad de Ambato):	87.6%
Consumo rural	: 12.4%

El precio actual promedio de venta de la energía eléctrica en el sector rural es de \$/ 0.532/Kwh.

La política financiera seguida por la Empresa Eléctrica "Ambato" S.A. para llevar a cabo sus programas de electrificación rural, ha consistido en interesar a instituciones de servicio público - como el Concejo Provincial de Tungurahua e I. Municipio de Ambato, a fin de conseguir su aporte de capitales. Por otro lado, ha logrado el apoyo tanto económico como en mano de obra y materiales de las diferentes juntas parroquiales y de los mismos abonados beneficiarios del servicio.

Como proyectos en curso se tiene la incorporación de los cantones Pillaro y Baños al sistema integrado de distribución rural.

- Zona Rural correspondiente al sistema eléctrico Municipal de La tacunga.-

Se estima una inversión efectuada de \$ 5'230.000,00 en líneas de transmisión y redes de distribución. Se sirve a 1336 clien

tes, lo cual significa un índice de inversión de \$/ 3.921/abonado.

Se han realizado las siguientes obras en el sector rural:

- a) Construcción de redes de distribución con voltajes secundarios 210/121 voltios y 120/240 voltios en los centros poblados de -- Belisarios Quevedo, Quaytacama, Taniuchi, Mulaló, Toacaso, -- Pastocalle, Alaquiz, Pealó, Río Blanco y San Buenaventura.
- b) Líneas de transmisión trifásicas y monofásicas a 2.3 KV, con 13.2 Km. de longitud.
- c) Líneas trifásicas de subtransmisión a 6.3 KV y derivaciones monofásicas con unos 148 Km. de longitud total.

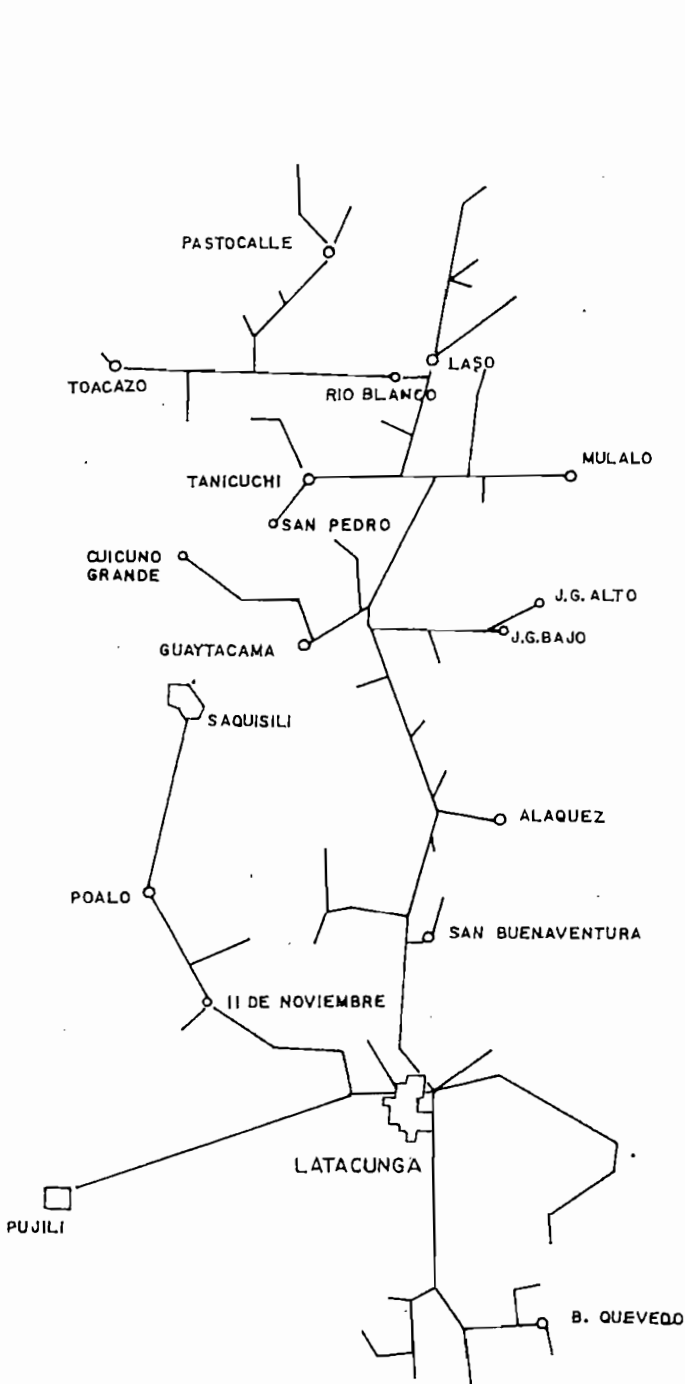
La capacidad instalada en transformadores es de unos 1.857 KVA -- tanto en subtransmisión como en distribución.

La potencia total en generación asciende a unos 4.500 KW disponible para el servicio tanto urbano como rural.

La población beneficiaria del servicio se la estima en unas 16.000 personas. Esto arroja un índice de 12 habitantes/abonado.

El consumo mensual facturado se distribuye así:

Consumo urbano (ciudad de Latacunga)	81%
Consumo rural	19%



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

TESIS DE GRADO

ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR

SISTEMA LATACUNGA

PREPARO	FECHA ENERO-1971	CROQUIS 1. 2
REVISO	FECHA	ESCALA 1:250000

El precio promedio de venta de la energía eléctrica para servicio domiciliario es de \$ 0.298/Kwh, uno de los más bajos del Ecuador.

El financiamiento de las obras de electrificación rural ha corrido de cuenta exclusiva del I. Municipio de Latacunga. Al momento no existen proyectos para ampliar el servicio rural existente ni para emprender en otros debido a la precaria situación económica de esa entidad.

- Zona Rural del Cantón Mejía.-

Con una inversión de \$ 2'390.000,00

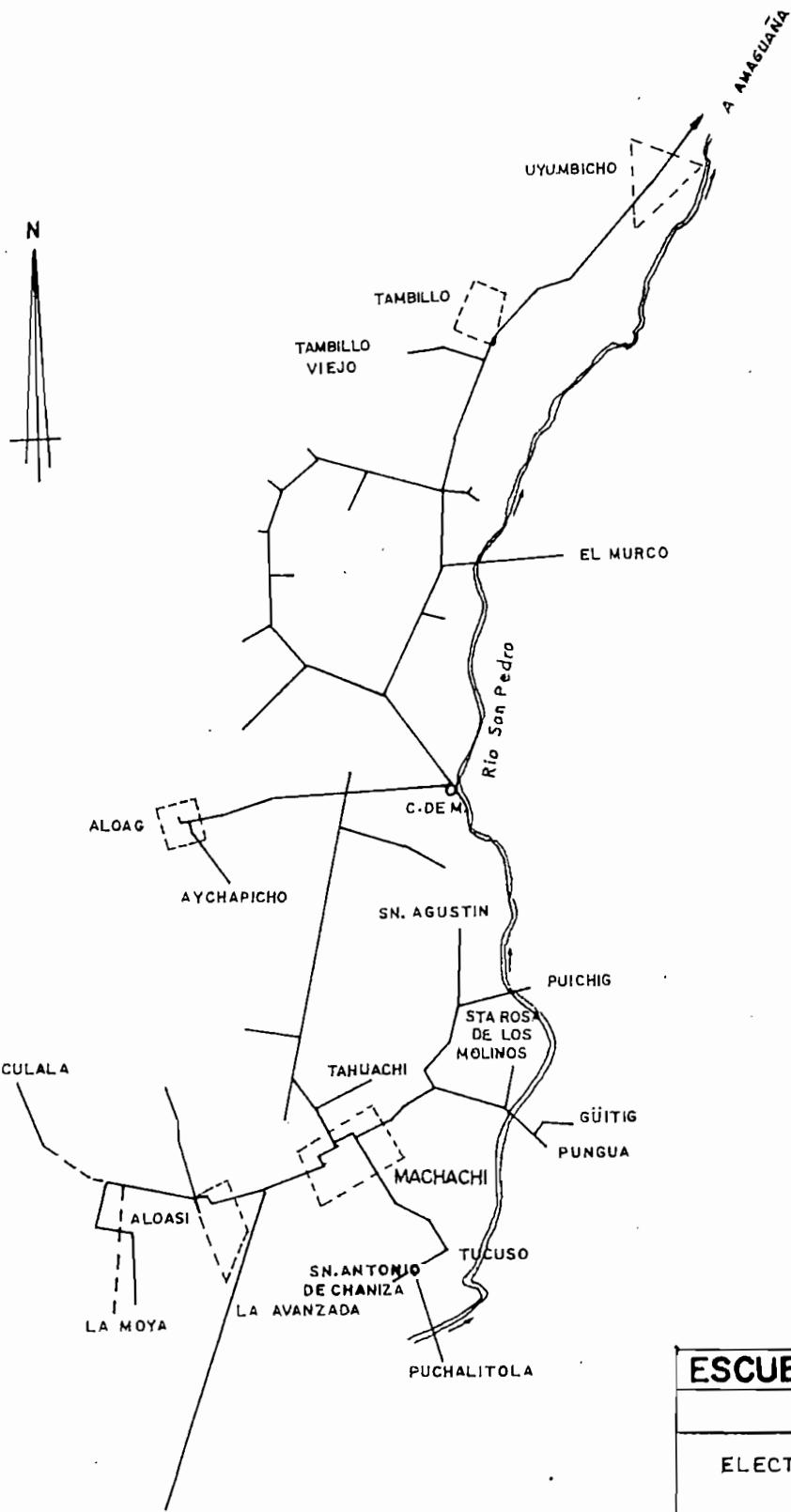
se han realizado las siguientes obras de electrificación rural:

- a) Redes de distribución a 6.3 KV en el sistema primario y a 210/127 voltios en el secundario. No se ha podido evaluar sus longitudes por falta de datos.
- b) Líneas de subtransmisión. No se cuenta con datos en cuanto a longitudes.

La capacidad instalada en transformadores de distribución asciende a 876 KVA.

La potencia disponible en generación se cifra en 2.000 KW, tanto para el servicio urbano (Machachi) como rural.

La población servida es de 24.000 habitantes, siendo abonados al -



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

TESIS DE GRADO

ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR

ZONA RURAL: CANTON MEJIA

PREPARO	FECHA ENERO-1971	CROQUIS 1.3
REVISO	FECHA	ESCALA 1:100000
Aprobado	FECHA	

servicio 2.417 personas. Esto nos da el índice de 10 habitantes -
por abonado.

La inversión para el servicio es de \$ 1.072/abonado.

El consumo mensual promedio se distribuye así:

Residencial: 35 Kwh/Mes/Co.

Comercial :200 Kwh/Mes/Co.

El promedio de venta de la energía es el de \$ 0.447/Kwh.

La Municipalidad de Mejía ha recurrido a préstamos de casas pre--
veedoras de equipo y a otras fuentes de financiación interna para
la realización de sus obras de electrificación rural.

No se conoce si existen nuevos proyectos en curso.

Cooperativa de Electrificación St. Domingo de Los Colorados.-

El -

área de influencia de este proyecto cubra unos 7.000 Km².

La población de la zona se la estima en unos 50.000 habitantes, -
de los cuales, 20.000 se concentran en tres centros poblados y --
los 30.000 restantes en las áreas rurales.

Al momento la Cooperativa cuenta con 1.615 socios y 1.481 consumi--
dores.

Para la construcción de las obras de electrificación de la zona se

ha recurrido a préstamos de la AID, de INECCEL y a las aportaciones de los socios, por un total aproximado de \$/ 17'000.000,00. La obra realizada se la resume así:

- a) Construcción de la casa de máquinas y montaje de 3 grupos generadores con una capacidad nominal total de 1.380 KW.
- b) Construcción de unos 52 Km. de redes de distribución con 19,5 Km. de circuitos primarios a 13.2 KV y 32.5 Km. de redes secundarias a 210/121 y 120/240 V.
- c) Líneas de subtransmisión con una extensión de 113 Km. de línea trifásica y 2 Km. de línea bifásica a 13.2 KV.

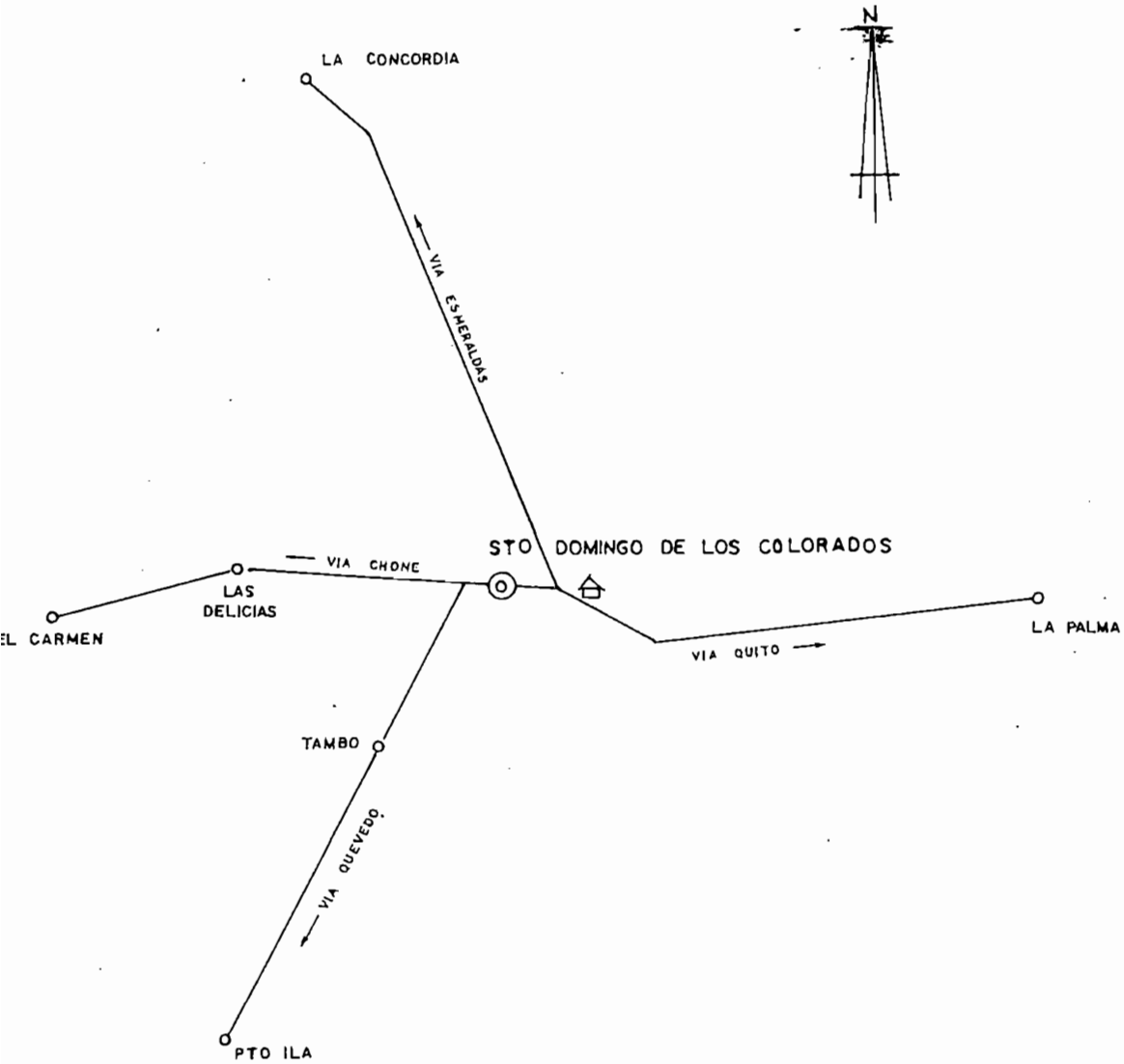
La capacidad total instalada en transformadores de distribución es de 2.522 KVA.

El índice de inversión por abonado es de \$/ 11.757,00 y el de habitante por abonado es de 10.

El consumo residencial rural representa el 22.0% del total, el comercial el 40.7%, el industrial el 26.5% y el resto, A.P. y consumo de Entidades Oficiales.

El precio promedio de venta de la energía eléctrica es de \$/ 0.7972/ Kwh.

Como metas futuras de la Cooperativa se tiene la de ampliar la capa



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

TESIS DE GRADO

ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR

SISTEMA STO. DOMINGO DE LOS
COLORADOS

PREPARO	FECHA ENERO-1971	CROQUIS 1. 4
REVISO	FECHA	ESCALA 1:500000

idad de generación y el servicio rural. Se prevee el estudio y experimentación de tipos económicos de líneas para servicio rural y la aplicación económica de la electricidad en el agro.

Cooperativa de Electrificación Rural de Daule Ltda.-

Se constituyó en el año 1.964-65, con el aporte del Municipio de Daule, con la colaboración de AID y un préstamo de INECEL.

El costo total de las obras actualmente en servicio alcanza a 4'200.000,00 sucres, los mismos que benefician a unos 15.000 habitantes y 929 abonados, lo que nos da un índice de 16 habitantes/abonado y \$ 4.500,00 de inversión por abonado.

Se han realizado las siguientes obras:

- a) Montaje en la ciudad de Daule de una central térmica de 460 Kw y reacondicionamiento completo del sistema de distribución, cuyas longitudes son de 2 Km, en redes primarias de 2.400 voltios y de 10 Km. en redes secundarias a 110/220 voltios.
- b) Construcción de la línea de transmisión Daule-Nobol a 13.8 KV. de 7 Km. de longitud.
- c) Construcción de una red secundaria a 110/220 voltios en Nobol de 1.5 Km. de longitud, para el servicio de 94 abonados.
- d) Subestación de elevación en Daule de 112.5 KVA, 2.4/13.8 KV.

- e) Montaje de una central de 60 KW en Sta. Lucía y subestación de 37.5 KVA; construcción de un sistema de distribución a 2.4 KV tensión primaria y 110/220 voltios, tensión secundaria; de 0.5 Km. de longitud en alta tensión y 2 Km. en baja, para el servicio de 83 abonados.
- f) Reacondicionamiento y montaje de un grupo de 60 KW en Pedro Carbo y construcción de una subestación de elevación de 75 MVA y la red de distribución a 13.8 KV y 110/220 voltios, - tensiones primaria y secundaria, respectivamente.

Para el año 1.968 se tuvieron los siguientes datos estadísticos adicionales:

- Energía total facturada en el año: 687.891 Kwh.

dividida así:

Consumo residencial 32.3%

Consumo comercial 38.0%

Consumo Industrial 7.3%

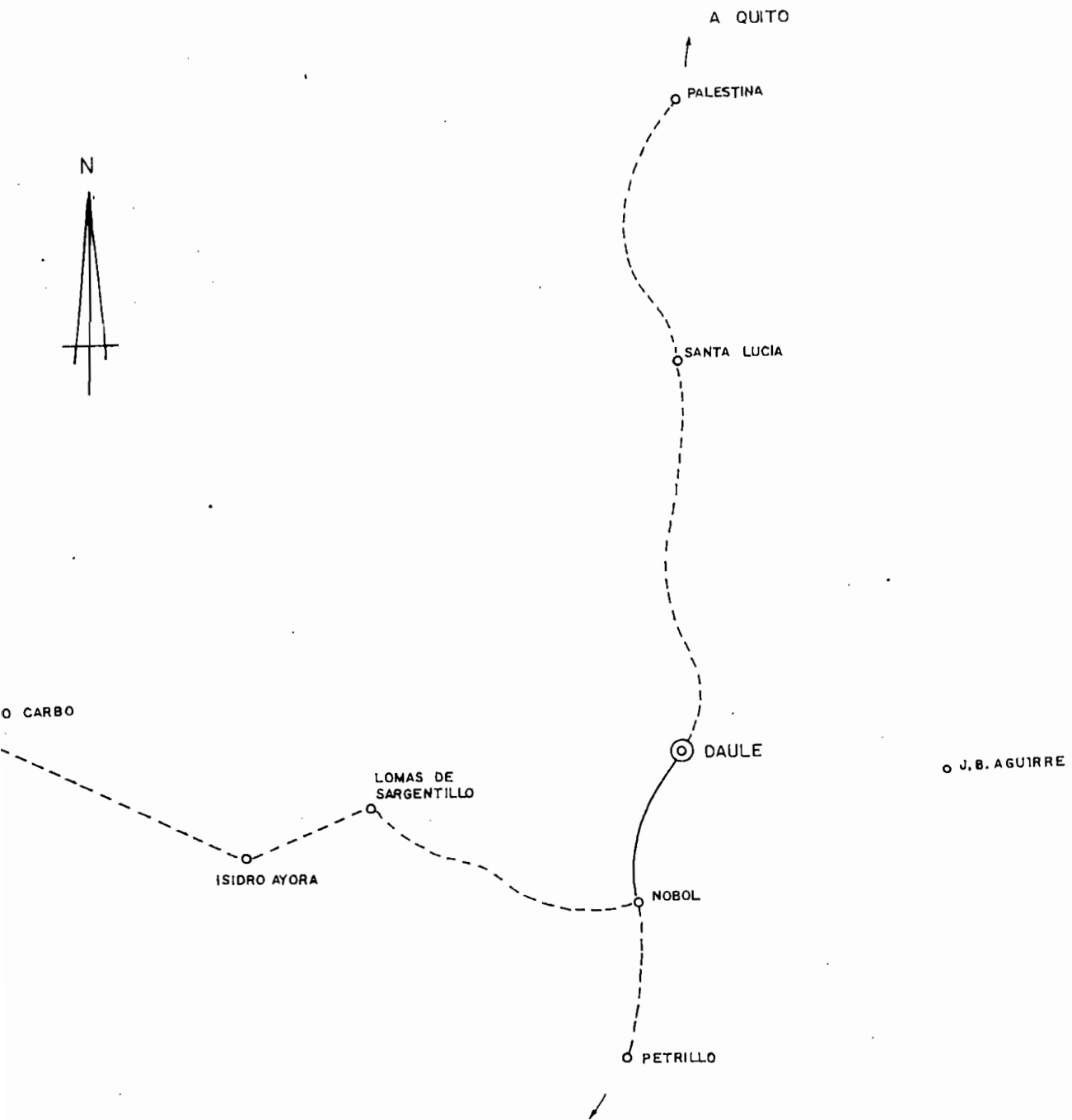
Consumo A.P. 20.5%

Consumo Entidades Oficiales 1.9%

- Precio promedio de venta de la energía: \$ 0.936/Kwh.

- Consumo promedio: 61.2 K_wh/Mes/Co.

- Capacidad en transformadores de distribución: 715 KVA.



LEYENDA

- Existente
- - - Programado

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

TESIS DE GRADO

ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR

SISTEMA DAULE

PREPARO:	FECHA: ENERO-1971	CROQUIS: 1.5
REVISO:	FECHA:	ESCALA: 1:25 000

El programa de obras a completarse hasta 1.972 comprende los siguientes puntos:

- Instalación de 3 grupos diesel de 350 KW c/u, en tres etapas.
 - Instalación de 1.320 KVA en subestaciones de transformación.
 - Construcción de 68 Km. de líneas de subtransmisión a 13.8 KV para el servicio de Petrillo, Lomas de Sargentillo, Animas y Sta. Lucía, en 1.970 y a Palestina, Isidro Ayora y Pedro Carbo en 1.971.
- d) Construcción de redes de distribución en las poblaciones mencionadas.

Zona Rural Sistema Salinas-Sta. Elena.-

Con el aporte del I. Municipio de Sta. Elena, del de Salinas e Inecel, se han invertido - aproximadamente \$ 6'600.000,00 en las siguientes obras:

- a) Instalación de una central térmica de 3.600 KW.
- b) Líneas de transmisión a 13.2 KV, en 17 Km. de longitud.
- c) Una subestación de elevación 2.4/13.2 KV de 5.000 KVA de capacidad.
- d) Redes de distribución de la Libertad, Salinas, Sta. Elena y -

Ballenita para el servicio de unos 7.000 abonados.

La población servida por estas instalaciones es de unos 36.330 habitantes y 2.902 abonados, lo cual nos da el índice de 12 habitantes/abonado.

La demanda máxima sobre el sistema fue de 1.550 KW en 1.968.

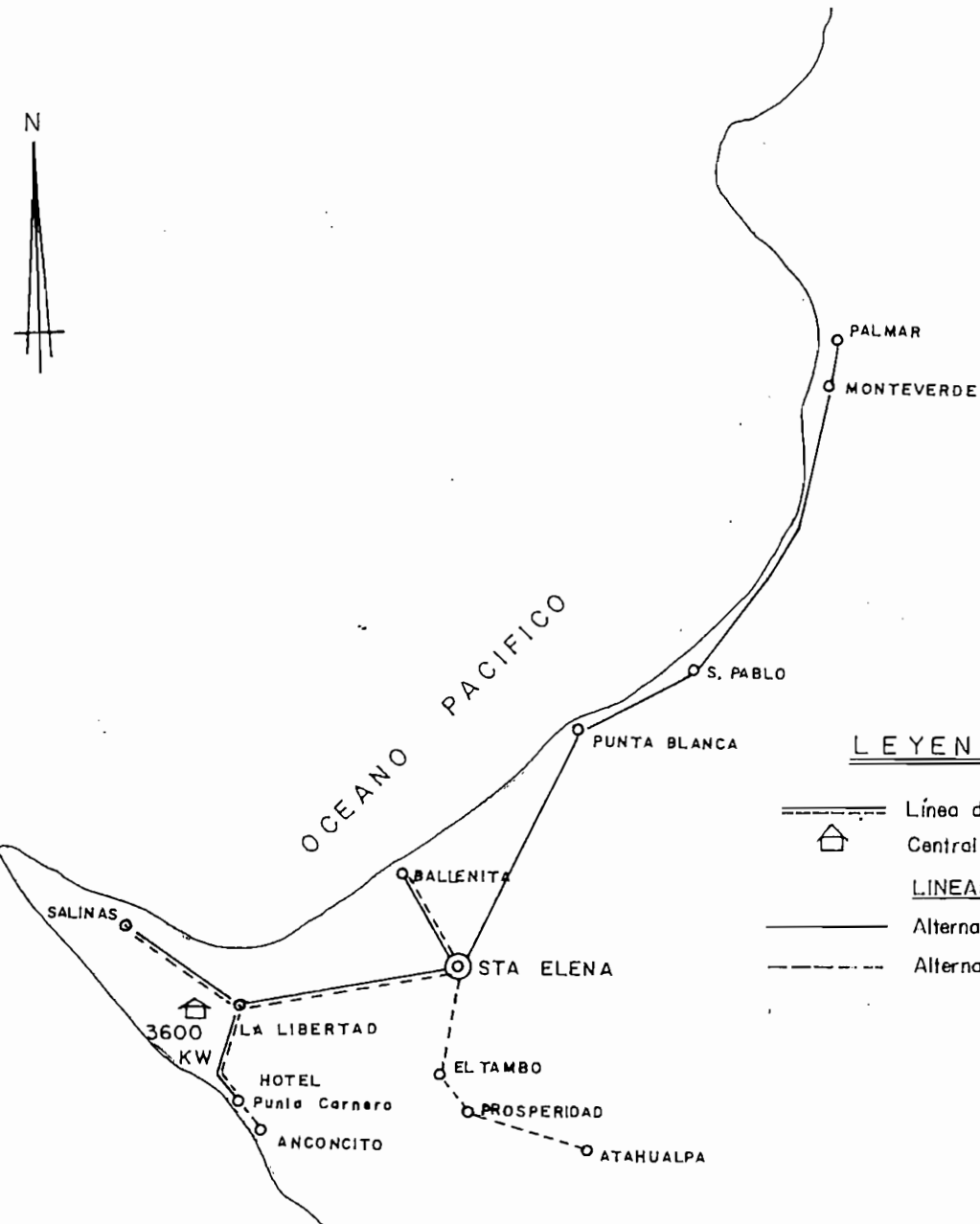
La distribución de consumos es como sigue:

- Servicio Residencial : 20.6% 25 Kwh/Mes/Co.
 (abonados permanentes)
- Servicio Residencial : 11.0% 32 Kwh/Mes/Co.
 (abonados temporales)
- Servicio Comercial : 18.4% 68 Kwh/Mes/Co.
- Servicio Industrial : 22.0% 3.534 Kwh/Mes/Co.
- Servicio A.F. y otros : 28.0%





Como proyectos en curso se tiene la llamada Fase B de obras que consiste en lo siguiente:

- a) Construcción de la línea de transmisión Sta. Elena-El Palmar de 28 Km. de longitud a 22 KV.
- b) Redes de distribución en las siguientes poblaciones:
 Punta Blanca, San Pablo, Monteverde y El Palmar.

En el cuadro 1.1 se da en forma resumida, el panorama de la electrificación rural en el Ecuador. Se anexan los esquemas de los sistemas de las diferentes Zonas Rurales antes descritas.

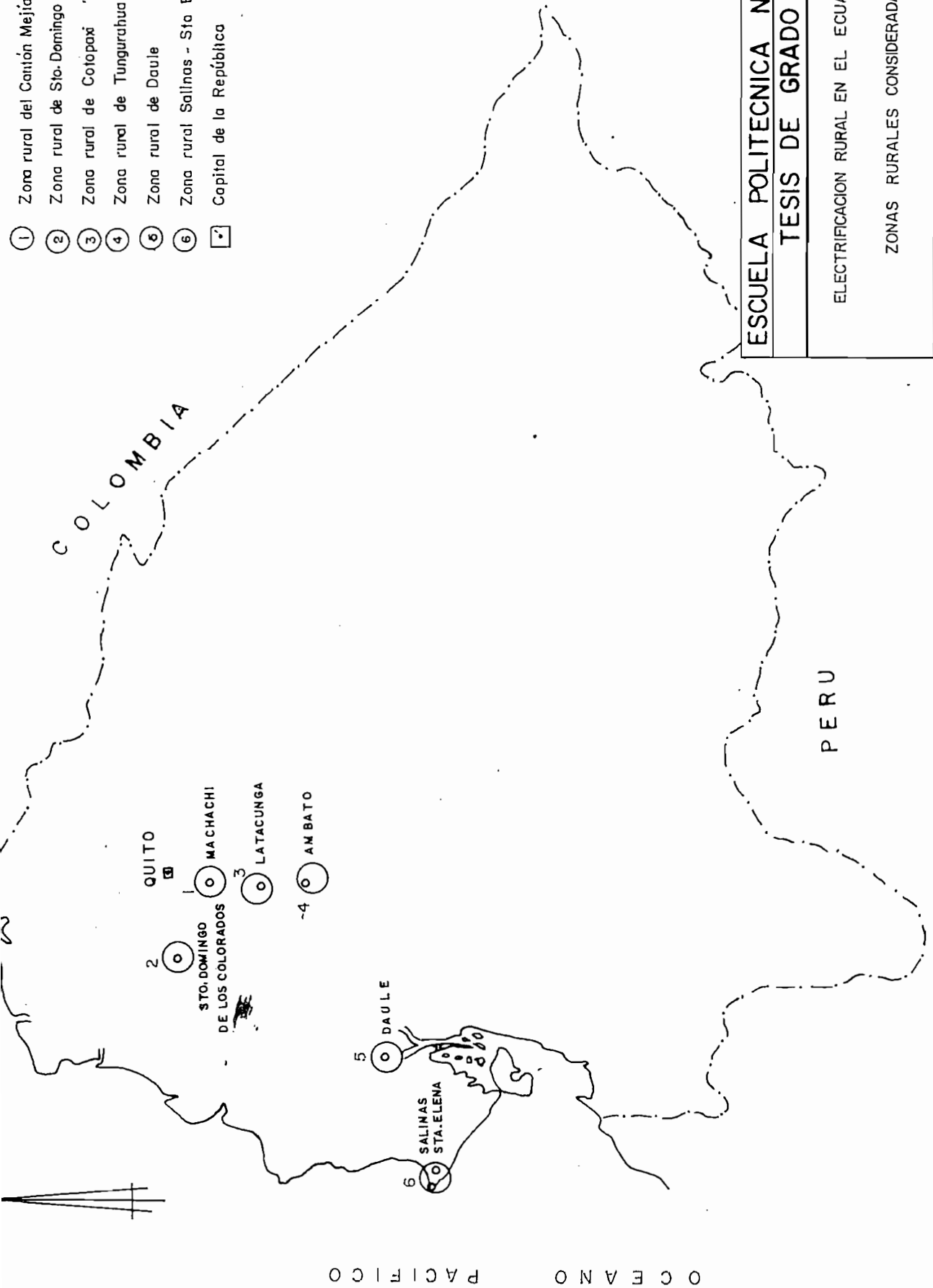


LEYENDA

-  Línea de 13.2 KV. Existente
-  Central Diesel existente
- LINEAS PROGRAMADAS
-  Alternativa A
-  Alternativa B

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL		
TESIS DE GRADO		
ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR		
ZONA RURAL DE LA PENINSULA DE SANTA ELENA		
PREPARO:	FECHA: ENERO-1971	CROQUIS: 1, 6
REVISO:	FECHA:	ESCALA:

- ① Zona rural del Cantón Mejía
- ② Zona rural de Sto. Domingo
- ③ Zona rural de Cotopaxi
- ④ Zona rural de Tungurahua
- ⑤ Zona rural de Daule
- ⑥ Zona rural Salinas - Sta Elena
- ☐ Capital de la República



ESCUELA POLITECNICA NACION
TESIS DE GRADO

ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR

ZONAS RURALES CONSIDERADAS

PREPARO:	FECHA: ENERO-1971	CROQUIS: 1-8
REVISO:	FECHA:	ESCALAS 1:462
APROBO:	FECHA:	

Todos los datos estadísticos, de inversiones e índices de electrificación que se detallan dentro de este estudio de la Electrificación Rural del Ecuador, se originan en el "Informe Nacional sobre Electrificación Rural en el Ecuador" preparado por Inecel en 1.968.

En la actualidad en nuestro país, la electrificación de fincas y haciendas puede, en un 80% ó más, significar iluminación y equipo eléctrico casero, pero es de esperarse que con el alza del costo de mano de obra y necesidad de aumento de productividad, en un futuro no lejano el consumo debido a equipo básico de hacienda pasará a ocupar el primer lugar desplazando al netamente residencial.

1.2.1 LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL CANTON QUITO.-

En el año - 1.969, y según datos de la Junta Nacional de Planificación, la población rural del cantón Quito se la estima en unos 122.000 habitantes, localizados en las 33 parroquias rurales del cantón. - La Empresa Eléctrica "Quito" S.A. realiza el servicio eléctrico rural en 29 de esas 33 parroquias. Las 4 restantes se sirven en forma independientes, a través de grupos generadores de propiedad de las respectivas Juntas Parroquiales y de capacidades suficien

tes sólo para cubrir las necesidades de las cabeceras parroquiales, en forma intermitente.

En el área de servicio de la Empresa Eléctrica "Quito" residen unos 110,000 pobladores, de los cuales, alrededor de un 50% habitan en zonas que cuentan actualmente con servicio eléctrico ó con factibilidad de tenerlo de inmediato.

Con la conclusión, en 1972, de los dos sistemas rurales centralizados, Cumbayá-Piñe-Quinche y Quito-Calderón-Nayón, se integrarán al servicio eléctrico otros cinco ó seis mil habitantes, con lo que se tendrá un índice de aproximadamente 1,5 pobladores por habitante servido, en el área cubierta por la Empresa y de 1,7 en toda el área del cantón Quito. Para entonces se prevé que los 5.380 abonos rurales actualmente facturados por la Empresa Eléctrica "Quito", se habrán convertido en más de 6.000.

De los actuales clientes rurales, 4.459 pertenecen a los siete principales sistemas de distribución rural centralizada del Cantón Quito y los 921 restantes se sirven desde plantas eléctricas de reducidas capacidades, de servicio local.

A continuación se describen los principales sistemas de distribución rural que en la actualidad se hallan prestando servicio en el área del cantón Quito:

1.2.1.1 SISTEMA GUANGOPOLO-CONOCOTO (2.3 KV Y).-

En un área pobla da por unos 14.500 habitantes, este sistema sirve a alrededor de 8.000 de ellos, de los cuales, más de 1.000 se han constituído en abonados al servicio eléctrico.

La demanda máxima coincidente del sistema está en los 500 KW.

Su fuente de generación es la Central Hidroeléctrica de Guangopolo.

Este sistema se lo estudiará en detalle más adelante.

1.2.1.2. SISTEMA COTOCOLLAO-POMASQUI-CALACALI (13.2 Grd Y/7.6 KV)

Su construcción se inició en el año 1.965. Desde entonces hasta mediados de 1.969 entraron en operación sucesivamente las etapas: Cotocollao-Pomasqui (en 1.965), Pomasqui-San Antonio (en 1.967) y San Antonio-Calacalí (en 1.969).

Hasta el año 1.965, solamente las poblaciones de Pomasqui, San Antonio y Calacalí disponían de servicio eléctrico. Este provenía de 3 pequeñas centrales térmicas cuya capacidad conjunta llegaba a los 124 KW y cubrían los requerimientos de energía de 447 clientes generales, incluidos 126 de tarifa fija, sin medidor, en Calacalí. No se tenía ningún abonado industrial.

El consumo promedio mensual facturado de los clientes con medidor estaba en los 16.8 Kwh/Mes/Co., sin contar con el correspondiente

al alumbrado público.

La carga instalada en alumbrado público era entonces de unos -
9.6 KW.

Con la puesta en operación del sistema Cotocollao-Pomasqui-Cala
calí, la situación del servicio es la siguiente:

a) Características del Sistema.-

- Longitud del troncal de Distribución:	18.580 m.
- Fases:	3
3 x 4 AWG, Cu.	12.580 m.
- Calibres de Troncal:	6.000 m.
3 x 6 AWG, Cu.	
- Voltajes:	Primario: 13.2 Grd Y/7.6 KV.
	Secundario: 210/121; 120/240 V.
- Capacidad instalada en transformadores	Servicio Particular: 241.0 KVA (10) (incluye industrial)
	Servicio Público 196.0 KVA (7)
	TOTAL : 437.0 KVA (17)

b) Características del Servicio y del Consumo Eléctricos.-

- Habitantes servidos:	8.000
- Clientes Generales (Resid. y Comer.)	700
- Clientes Industriales:	3

- Consumo total mensual: (Incluye: Consumos R; C; A.P; Indust, Pérdidas, etc.)	35.200 Kwh.
- Consumo mensual facturado:	31.800 Kwh.
- Pérdidas totales. (Incluye: Pérdidas en el sistema, contrabandos, etc.)	3.400 Kwh. (9.7%)
- Consumo promedio facturado: (Comercial y Residencial)	35.0 Kwh/Mes/Co.
- Consumo promedio total : (Incluye A.P.)	45.4 Kwh/Mes/Co.
- Carga Industrial Instalada:	50 KW.
- Carga instalada en A.P.	14 KW.
- Demanda Máxima coincidente sobre el sistema.	132 KVA.

1.2.1.3. SISTEMA CARRETAS-CALDERON-NAYON (13.2 Grd Y/7.6 KV).-

No concluido aún. Se halla construida la Etapa Carretas-Calderón-Sta. Marianita que está en operación desde el año 1.968.

Al momento se han erradicado ya las dos plantas diesel eléctricas - con 53 KW de potencia conjunta que servían a Calderón y Sta. Marianita, y los 112 clientes servidos en 1.965 han aumentado a 246 en 1.969, de los cuales 72 son de tipo fijo.

En 1.965, el consumo promedio, sin contar el correspondiente al alum

brado público, se lo cifraba en 15.0 Kwh/Mes/Co. No se tenían entonces clientes industriales. El servicio se hallaba restringido a las áreas urbanas de Calderón, Sta. Marianita, Nayón, Llano Chico y Zámiza. La energía eléctrica provenía de 5 plantas térmicas con una capacidad conjunta de alrededor de 80 KW.

Con la puesta en operación del sistema total, se habrá logrado - asimilar al servicio eléctrico toda un área poblada por alrededor de 10.000 personas. Además, se eliminarán todas esas pequeñas centrales térmicas que han prestado el servicio eléctrico local y sus consecuentes problemas de operación, mantenimiento, etc.

A continuación se dan las características generales del sistema y su servicio, en 1.972, una vez concluidas y puestas en operación las Etapas faltantes:

a) Características del Sistema.-

- Longitud del tróncal de Distribución: 15.800 m.
- Fases: 3
- Calibre: 3 x 4 AWG, Cu.
- Voltajes:
 - Primario: 13.2 Grd Y/7.6 KV.
 - Secundario: 210/121 y 120/240 V.
- Capacidad instalada en transformadores
 - Servicio Particular: 200 KVA. (Incluye industrial)
 - Servicio Público : 200 KVA
 - TOTAL : 400 KVA

b) Características del Servicio (Estimaciones para 1.972)

- Habitantes Servidos: 9.000
- Clientes Generales : 550
(Resid. y Comerc.)
- Clientes Industriales: 7
- Consumo promedio facturado: 18.0 Kwh/Mes/Co.
(Resid. y Comerc.)
- Consumo promedio total: 30.0 Kwh/Mes/Co.
(Incluye A.P.)
- Carga industrial instalada; 70 KW.
- Carga instalada en A.P. 15 KW.
- Demanda máxima coincidente
sobre el sistema : 120 KW.

c) Indices de Electrificación.-

- Habitantes/habitante con servicio: 1.9
- Habitante/abonado: 16.3

Actualmente este sistema constituye un primario rural de la subestación 17. Opera a 6.3 KV, pero está previsto su cambio de tensión al sistema 13.2 Grd Y/7.6 KV, para servirse desde una subestación de distribución rural convenientemente localizada.

1.2.1.4 SISTEMA TAMBILLO-UYUMBICHO-AMAGUAÑA(6.3 KV Y).

Es el único sistema de distribución que sirve en el Cantón Quito, cuya fuente

te de alimentación no es de propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.; ésta compra la energía a la Empresa Eléctrica Municipal de Machachi.

Se sirven de este sistema 353 clientes entre residenciales, comerciales y unos pocos industriales en un área poblada por unos 5.800 habitantes. Su demanda pico actual está por los 80 KW. Su fuente de abastecimiento es la Central Hidroeléctrica de Machachi.

Este sistema es objeto de estudio detallado, aparte.

1.2.1.5. SISTEMA GUANGOPOLO-CUMBAYA-TUMBACO (6.3 KV Δ)

Es un antiguo sistema de distribución rural que cubre actualmente un área poblada por unos 8.000 habitantes.

Sirve a las poblaciones de Cumbayá y Tumbaco. Cuenta con 600 abonados generales al servicio y 3 clientes industriales. Posee la carga industrial más importante del sector: Jardines del Ecuador con 535 KVA en capacidad instalada en transformadores.

Este sistema está llamado a reducirse con la puesta en operación del sistema de distribución de las Parroquias Nor-orientales.

En efecto, la población de Tumbaco y alrededores dejará de servirse desde este sistema, lo cual significará una reducción del 38% -

en la demanda de carga y de más del 75% en el número de abonados. -
Cuando esto ocurra, el sistema presentará las siguientes características físicas y de servicio:

a) Características del Sistema.-

- Longitud del troncal de Distribución:		8.200 m.
- Fases:		3
- Calibres: (troncal)	3 x 1/0 AWG, Cu :	3.600 m.
	3 x 2 AWG, Cu :	4.600 m.
- Voltajes	Primario :	6.3 KV
	Secundario:	210/121 y 120/240 V.
	- Servicio Particular :	810 KVA (20)
	(Incluye Industrial)	
- Capacidad Instalada en transformad.	- Servicio E.E."Q" :	355 KVA (3)
	- Servicio Público :	90 KVA (3)
	TOTAL:	1.255 KVA (26)

b) Características del Servicio.-

- Habitantes Servidos :	2500
- Clientes Generales (Resid. y Comerc.) :	150
- Clientes Industriales :	2
- Consumo total mensual (Incluye: Consumos R; C; A.P. e Indus.):	9000 Kwh.

- Consumo promedio facturado : 38.0 Kwh/Mes/Co.
(Comercial y Resid.)

- Consumo promedio total : 55.0 Kwh/Mes/Co.
(Incluye A.P.)

- Instalada: 385 KVA (5)

- Carga Industrial :

- Por instalarse : 150 KVA (2)

TOTAL : 535 KVA (7)

Carga Instalada en A.P. : 10 KVA

- Demanda máxima coincidente en el sistema : 150 KVA

c) Indices de Electrificación.-

- Habitantes/habitante con servicio: 15

- Habitantes/abonado : 16

1.2.1.6. SISTEMA PIFO-PUEMBO (2.3 KV).-

Hasta el año 1.967 -

las poblaciones de Pifo y Puembo se servían por medio de dos -
pequeñas centrales: de una hidráulica de 30 KVA, Pifo, y de --
una térmica de 34 KVA, Puembo.

La población total servida se la podía estimar en unas 4.000 -
personas. Entoces Pifo contaba con 190 clientes generales y -
Puembo con 70. Su consumo total alcanzaba los 3.800 Kwh/Mes, -
siendo su consumo promedio de 14.6 Kwh/Mes/Co. Considerando el
alumbrado público, este promedio subía a unos 26.0 Kwh/Mes/Co.

No se tenían clientes industriales.

En 1.967 entra en servicio el primer tramo de la línea Cumbayá—Pifo—Quinche y las poblaciones antes mencionadas dejan de servir se de sus centrales particulares y pasan desde entonces a pertenecer a los sistemas de generación de Cumbayá, a través de la línea Cumbayá—Pifo, y de Papallacta, por intermedio de la línea Pa—pallacta—Pifo.

En las instalaciones transmisoras de H.C.J.B., en Pifo, se hace la interconexión de los dos sistemas, desde donde se ejecuta la transmisión de energía a las poblaciones de Pifo y Puenbo a 2.3 KV.

Actualmente este sistema cuenta con 360 clientes entre residenciales y comerciales, cuyo consumo promedio está en los 31.0 Kwh/Mes/Co., incluido el correspondiente al alumbrado público. No se tienen clientes industriales.

La demanda máxima sobre el sistema alcanza los 70 KVA.

La capacidad instalada en transformadores es como sigue:

Servicio Particular : 73.5 KVA (8)

Servicio Público : 97.5 KVA (7)

TOTAL : 171.0 KVA (15)

El área servida por este sistema arroja los siguientes índices de

electrificación:

- Habitantes/habitante con servicio : 1.5
- Habitantes/abonado : 11.2

Este sistema, tal como existe hoy, está llamado a desaparecer.

La futura alimentación a Puenbe no se la hará por Pife como ocurre actualmente, sino a través del troncal de la línea Cumbayá--Pifo-Quinche.

Dejará de operar a 2.3 KV, para pasar al sistema 22 Grd Y/12.7 KV.

1.2.1.7. SISTEMA CUMBAYA-PIFO-QUINCHE (22 Grd Y/12.7 KV)

Este sig

tema en la actualidad es el de mayor convergadura en el área rural servida por la Empresa Eléctrica "Quito".

Su fuente de generación es la Central Hidroeléctrica de Cumbayá.

Actualmente se halla en proceso de construcción. Se han completado las Etapas Cumbayá-Pifo-Yaruquí y se construye la etapa Yaruquí-Quinche, con lo que se habrá terminado la construcción del troncal trifásico de alimentación. Posteriormente se emprenderá en las extensiones monofásicas a Quayllabamba y a Otón-Ascámbi.

En 1.967, antes de ponerse en servicio las primeras etapas de este proyecto, se tenían en esta zona 7 centrales eléctricas en su

mayer parte térmicas, con una capacidad total de 192 KW, puestas al servicio de 635 clientes residenciales y comerciales. Su consumo pro medio entonces no superaba los 15.0 Kwh/Mes/Co., sin considerarse el correspondiente al alumbrado público. Con el aporte de este últi mo alcanzaba los 28.0 Kwh/Mes/Co.

Este servicio, salvo pocas excepciones, estaba circunscrito sólo al área urbana de los centros poblados de la zona: Pifo, Fuenbo, Tababela, Yaruquí, Checa, Quinche y Guayllabamba.

Tumbaco, otra población que también se asimilará a este sistema, se sirve, en parte, hasta hoy, del sistema Guangopole-Cumbayá-Tumbaco, alimentado de la Central de Guangopole (ver párrafo 1.2.1.5 de este Capítulo).

Aquí la situación del servicio es mejor. El consumo promedio de los 450 abonados residenciales y comerciales que se sirven de este sistema alcanza los 40.0 Kwh/Mes/Co., sin contar con el aporte del alumbrado público. Con este último llega a los 55.0 Kwh/Mes/Co. En la actualidad parte de Tumbaco está ya sirviéndose del nuevo sistema Cumbayá-Pifo-Quinche.

A continuación se bosquejan las más importantes características del sistema y de su servicio, una vez concluido, en 1.971:

a) Características del Sistema.

- Longitud del Troncal de Distribución : 20.900 m.

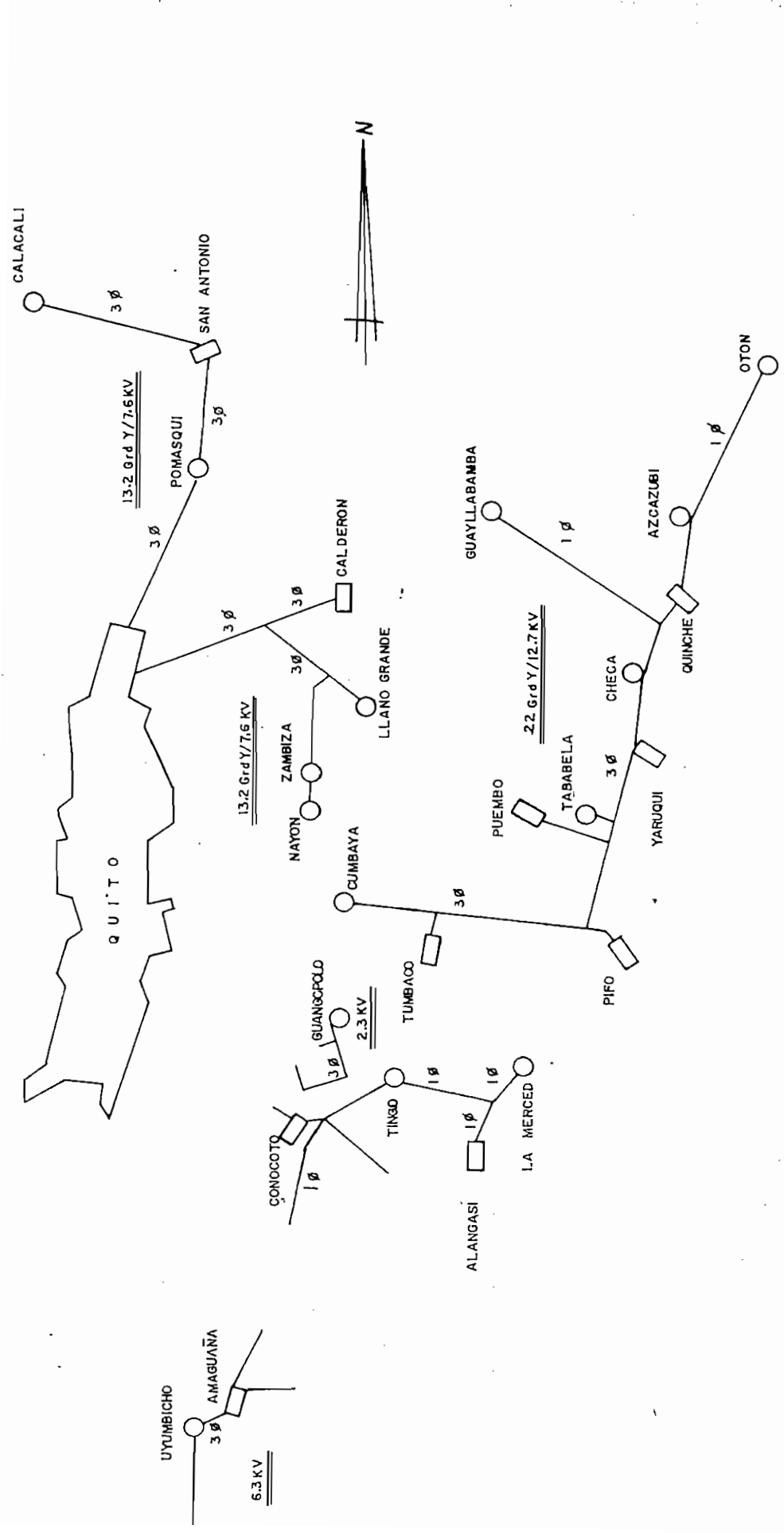
- Fases : 3
- Calibres
 - Troncal 3 x 1/0 AWG, Al-Al: 7.500 m.
 - Ramales 2 x 4 AWG, Al-Al: 19.000 m.
- Voltajes
 - Primario : 22 Grd Y/12.7 KV
 - Secundarios: 210/121 y 120/240 voltios.

- Capacidad instalada en transformadores
 - Servicio Particular: 500 KVA
 - (Incluye Industrial)
 - Servicio Público : 500 KVA
 - TOTAL : 1.000 KVA.

b) Características del Servicio (Estimaciones para 1.971)

- Habitantes Servidos : 20.000
- Clientes Generales : 1.500
(Resid. y Comerc.)
- Clientes industriales: 10
- Consumo promedio facturado: 35.0 KWh/Mes/Co.
(Comercial y Residencial)
- Consumo promedio total : 50.0 Kwh/Mes/Co.
(Incluye A.P.)
- Carga instalada en alumbrado público : 70 KW
- Demanda Máxima coincidente sobre el sistema. 400 KW.

c) Indices de Electrificación.-



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
TESIS DE GRADO

ZONA RURAL DEL CANTON QUITO

SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION

PREPARO:	FECHA:	CROQUIS: 1.9
REVISO:	FECHA:	ESCALA: 1:250 000

- Habitantes/habitante con servicio : 1.5
- Habitante/abonado : 13.3

Hasta el año 1.965, en que la Empresa Eléctrica "Quito" realmente acomete programas integrales de electrificación rural, el servicio eléctrico, a excepción de los sistemas Guangopolo-Conocoto-Amaguaña y Guangopolo-Cumbayá-Tumbaco, se lo efectuaba a través de pequeñas centrales generalmente térmicas y sólo alcanzaba a los centros poblados más importantes del cantón.

Estas plantas, de propiedad municipal han venido siendo puestas bajo la administración de la Empresa en forma paulatina desde varios años atrás. Vale aclararse que durante el análisis que hagamos de estos grupos, sólo se considerarán aquellos bajo administración de la Empresa. Los otros no serán considerados por carecer de datos sobre las características del equipo, número y tipo de abonados, consumos, demandas, etc. Los costos de operación y mantenimiento de estas plantas y de las redes de distribución corren a cargo del I. Municipio de Quito, así como los gastos administrativos correspondientes. En realidad, sólo esta entidad, por su carácter, puede allanarse a mantener este servicio en condiciones tan adversas que para cualquiera otra hubieran resultado insostenibles. En efecto, mientras el costo del Kwh generado en este tipo de cen-

trales oscila, para el período 1965-1969, entre 1.50 y 2.50 sucres, la venta al usuario viene haciéndosele por \$/ 0.65 el KWh, en promedio.

Además, el alumbrado público de estas poblaciones es un servicio que el Municipio entrega a los pobladores en forma totalmente gratuita.

A modo informativo, hagamos una evaluación de las pérdidas acarreadas por este servicio:

Año	Inversiones en el servicio (sucres)	Recaudación total (sucres)	Diferencia (= pérdidas) (sucres)
1965	742.416,85	207.786,15	534.630,70
1966	756.591,78	212.353,05	544.238,73
1967	714.454,48	157.565,85	556,888,63
1968	667.486,55	133.530,15	533.956,40
1969	659.701,63	121,301,05	538.400,58

Para el período 1970-1975, considerándose las reducciones que se harán a este tipo de servicio, se esperan los siguientes resultados:

Año	Inversiones en el servicio (sucres)	Recaudación total (sucres)	Diferencia (= pérdidas) (sucres)
1970 (1)	680.000,00	127.400,00	552.600,00
1971 (2)	389.360,00	99.125,00	290.235,00

Año	Inversiones en el Servicio S/	Recaudación Total S/	Diferencia = Pérdidas S/
1.972 (3)	348.969,00	92.625,00	265.344,00
1.973	365.000,00	93.000,00	272.000,00
1.974 (4)	284.550,00	83.200,00	201.350,00
1.975	298.770,00	84.000,00	214.770,00

NOTAS: (1) Se pone bajo administración de la Empresa el grupo de Nayón.

(2) Se pone en servicio el tramo de troncal Yaruquí-Quinche y se erradican — las centrales de Checa, Quinche, Tabla bela y Yaruquí.

(3) Se pone en servicio el ramal de alimentación a Guayllabamba, se erradica su central térmica existente.

(4) Se pone en servicio el sub-sistema Ca rretas, Zámbiza-Nayón, parte del sistema principal Quito-Calderón. Salen — del servicio las actuales centrales de Zámbiza, Nayón y Llano Chico.

(5) Valores deducidos del cuadro 1.2a, renglón "Inversiones Promedio Anuales", considerándose las progresivas reducciones de centrales de año en año y un incremento en el monto de inversiones — del 5% acumulativo anual.

(6) Valores deducidos sobre las siguientes bases:

a) Precio de venta del Kwh : S/ 0.65

b) Abonados: Incremento del 6% acumulativo anual, para las poblaciones — consideradas cada año.

c) Consumos: de 18.2 a 20.0 Kwh/Mes/Co.

(Ver cuadro siguiente)

A más de las ingentes pérdidas económica que representa la electrificación rural primitiva, ésta trae aparejados otros problemas colaterales: infraconsumo de energía, subdesarrollo de la demanda, limitación del alcance del servicio, etc., hechos que, a no dudarlo, tienen profundas repercusiones socio-económicas en el medio rural.

Se justifica entonces plenamente el interés de la Empresa de emprender en la erradicación de estas centrales de capacidad limitada.

En el período 1.965-1.969, los clientes servidos desde aquellas centrales pequeñas, disminuyeron en 527; mientras los sistemas rurales mayores se incrementaron en más 3.000 abonados generales.

En resumen, vemos la magnitud de la obra que en el Cantón Quito se ha hecho en materia de electrificación rural hasta el momento y que es lo que se tiene programado ó previsto para el futuro.

R U B R O		1.965	1.970	1.975
Potencia disponible KW	Sistemas (1) Integrales	480 -4-	1.300 -7-	1.900 -7-
	Centrales Pequeñas	564.3 -26-	210 -15-	149.8 -11-
		(Las cifras entre guiones (- -) indican el número de sistemas ó centrales en operación)		
Demanda (KW)		730	1.400	2.000

R U B R O

1.965

1.970

1.975

Sistemas Integrales Centrales peque ñas.	22.000	60.000	77.000
- Población Servida	18.000	10.000	5.000
Líneas primarias de distribución (Km).	45.0	100.0	120.0
Sistemas Integrales	1.650	4.657	6.000
Generales (Resid. y Com.)	1.450	923	550
Industriales	15	40	70
- Abonados	-	-	-
Sistemas Integrales Centrales pequeñas	47.5	48.3	50.0
Facturado (Resid. y Com.)	18.2	16.8	20.0
Consumo promedio (Kwh/Mes/Co.)	63.7	64.1	65.0
Total (Incluye: A.F.)	27.3	25.0	28.0
Sistemas Integrales Centrales pequeñas	-	-	-
Troncales y ramales	23 Ord Y/13.3 KV	1'452.037,09 (2)	1'495.613,00
- Inversiones Primarios de alimen tación	13.2 Ord Y/7.6 KV	1'235.806,72 (4)	1'200.000,00
Redes de dist.urbana primarias y secundar.	-	4'436.673,00 (6)	4'600.000,00
Subestaciones rurales	-	160.000,00 (8)	1'850.000,00

	1.965	1.970	1.975
Habit./hab. servido	2.2	1.6	1.6
Habit./abonado	12.9	12.5	12.5
Wattios (disponible)/habt.	26.1	21.6	25.0
Electrificación			
Wattios (demanda)/abonado	290.0	280.0	316.6
Sistemas Integrales			
Centrales pequeñas	172.4	173.3	180.0

- NOTAS:** (1) En los sistemas integrales de distribución la potencia disponible es igual a la demanda máxima coincidente sobre el sistema.
- (2) Son inversiones efectuadas en el período 1.965-1.970, en los tramos Cumbayá-Pifo, Chiche-Yaruquí y Yaruquí-Quinche, del sistema Cumbayá-Pifo-Quinche.
- (3) Inversiones previstas hasta 1.972, para llevar a cabo las derivaciones primarias monofásicas Quinche-Ascásubi y Quinche-Guayllabamba.
- (4) Inversiones en el sistema Totocollap-Fomasquí, Calacalí, y en el subsistema Carretas-Calderón-S. Marianita.
- (5) Inversiones previstas hasta 1.975, en las siguientes obras:
 - Construcción del subsistema Carretas-Llano Chico-Nayón.
 - Primarios de distribución en el Valle de los Chilllos para el servicio de Conocoto, La Moya, S. Rafael y Tingo-Alanchari-La Merced.
- (6) Inversiones aproximadas en mejorar ó cambiar las redes de distribución de poblaciones rurales del Cantón Quito, efectuadas en el período 1.965-1.970.

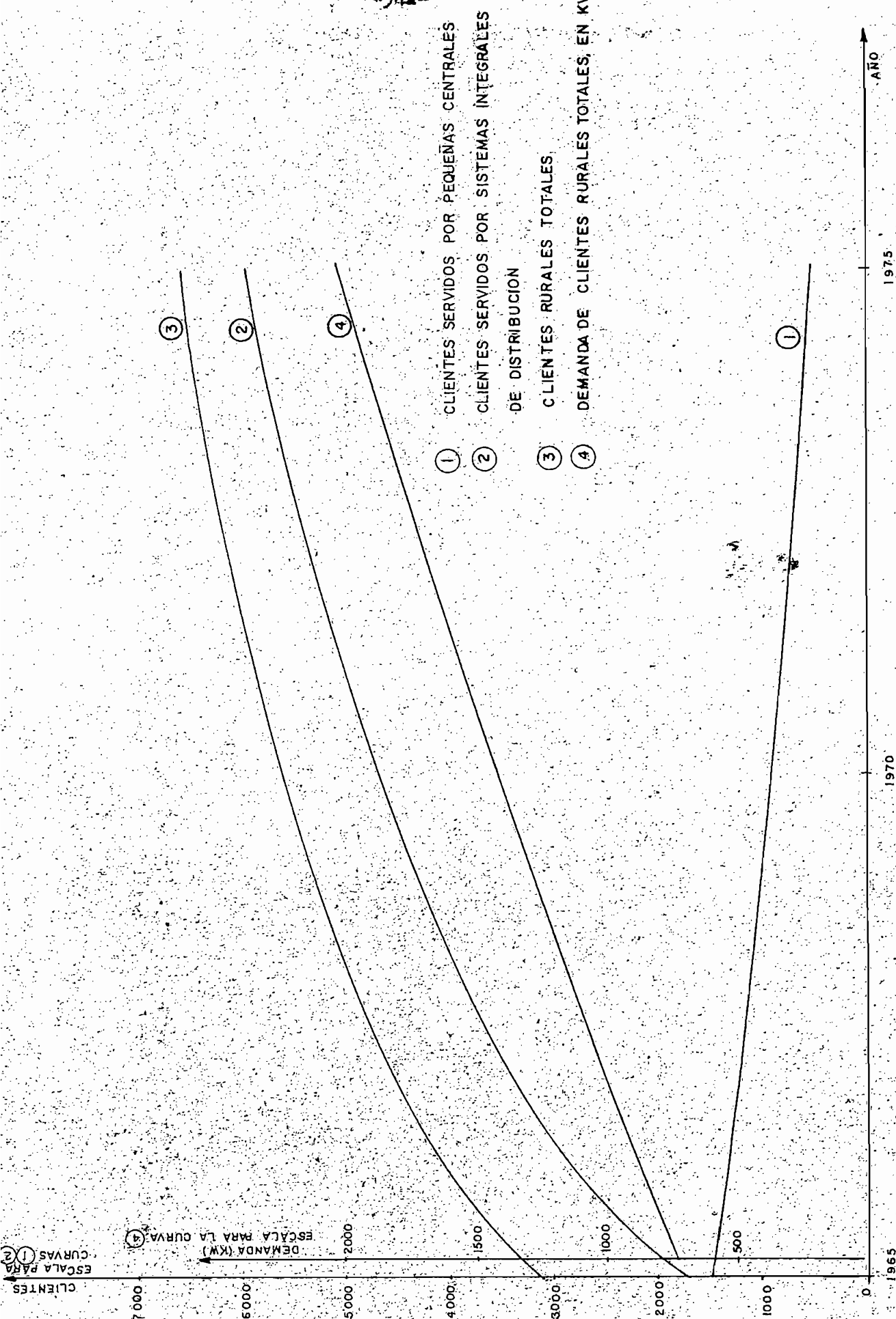


GRAFICO I.I. DESARROLLO DE LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL CANTON QUITO

1975

1970

1965

CLIENTES

ESCALA PARA CURVAS 1, 2

ESCALA PARA LA CURVA 4

DEMANDA (KW)

ESCALA PARA LA CURVA 3

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

1965

1970

1975

AÑO

- (7) Inversiones aproximadas en mejorar ó cambiar las redes de distribución de las poblaciones rurales del cantón Quito que no fueron incluidas en el período-1.965-1.970.
- (8) En la subestación Provisional "San Rafael" del Valle de Los Chillos 22-2.3 KV, 300 KVA (Ver su detalle - descriptivo en el acápite 2.3.4 de este Estudio).
- (9) En la subestación definitiva "Los Chillos" (Ver su detalle en la Segunda Parte de este Estudio).

Nótese en el cuadro anterior que, mientras los sistemas centralizados de distribución rural se incrementaron notablemente en cuanto a población servida, demanda industrial, consumos generales, número de clientes, etc., los pequeños sistemas alimentados por centrales de capacidades reducidas, pierden importancia, su servicio se contrae, y es franca su tendencia a desaparecer. (Ver gráfico 1.1).

He aquí entonces una demostración práctica de la necesidad y conveniencia en emprender en programas de electrificación rural de carácter integral. Hasta hoy se ha hecho ya mucho en este aspecto y bastante se espera hacer hasta 1.975; pero subsistirán todavía once centrales en servicio con una capacidad total conjunta de 150 KW., cuya operación, mantenimiento y administración (excluyéndose los correspondientes a las redes de distribución), causarán en adelante pérdidas anuales superiores a los \$ 150.000,00, mientras no se tomen las medidas correctivas que

el caso requiere.

A nuestro criterio, el servicio integral del grupo de poblaciones formado por Puéllare, Peruche, Chavezpamba, Atahualpa y San José de Minas, no presentaría mayores problemas, pues, situadas como están, en sucesión a lo largo de 20 Km. desde la población de San Antonio, puede pensarse en servir las a través de una derivación primaria del trenca! Cotecellae-Pomasqui-Calacalí.

El costo total de esta posibilidad la estimamos en unos 3.7 millones de sucres aproximadamente, incluye el porcentaje de capacidad correspondiente en la subestación de Cotecellae.

Otra posible solución, aunque más costosa que la anterior, sería la de instalar una central hidroeléctrica de capacidad adecuada, que aprovecharía las aguas del río Cubi. Su costo inicial ascendería quizá a los 2 millones de sucres. Además se precisaría de una inversión adicional no menor de 4 millones de sucres en líneas primarias para la alimentación a los centros poblados del sector. Asumiendo que la tensión de generación sea suficientemente alta, no consideramos el costo de una subestación de elevación en la central. Sin considerar la incidencia de los gastos de operación, mantenimiento y administración, el sobreprecio de esta solución es ya evidente.

El número total de abonados se le estima en unos 400 para 1.976.

El estre grupo de poblaciones, conformado por Mindo, Nanegalito, Nanegal, Gualea y Pacto, puede ser servido a través de una de las siguientes alternativas:

- a) Un ramal derivado del trenca! Cotocellao-Pomasqui-Calacalí;
- b) Un primario directo de la subestación de Cotocellao; y
- c) Una central hidroeléctrica de capacidad suficiente que aprovecharía el caudal del río Mindo.

De entre las alternativas (a) y (b), esta última, por la independencia que prestaría a los dos subsistemas y las consecuentes ventajas que de este hecho se derivarían, debería ser únicamente considerada.

El costo total de esta posibilidad la estimamos en unos 8.4 millones de sucres.

La tercera alternativa, como en el caso anterior, demandaría una inversión inicial de unos 2 millones de sucres, a más de 6.5 millones adicionales en líneas primarias de alimentación a los diferentes centros poblados.

Básicamente entonces, la diferencia de costo entre las dos posibilidades de servicio, radicaría en los más altos cargos por operación, mantenimiento y administración que demandaría la alternativa (c).

Frente a la magnitud de las inversiones requeridas, surge inevita-

blemente la pregunta: se justifica invertir más de 16 millones de sucres (incluidos alrededor de 4 millones, que se requieren para la actualización de las redes de distribución de los centros poblados) para llevar servicio eléctrico inicialmente sólo a unos 400 ó 500 clientes, cuya eventual recaudación mensual difícilmente sobrepasaría el 0.15% de la inversión?. Evidentemente no, si sólo consideramos el objetivo económico; pero si admitimos la finalidad social de la electrificación rural, entonces la situación es otra. Además, gestionándose el aporte gubernamental ó municipal, las inversiones para la Empresa se vuelven menos onerosas, y mejor todavía si se piensa en el ahorro inmediato que le significará la erradicación de todas las pequeñas centrales generadoras que restan en el sector y en la expansión futura del mercado de energía eléctrica que vendrá paralela al desarrollo de la economía regional, fomentada por esta inversión.

1.3 LA ELECTRIFICACION DEL VALLE DE LOS CHILLOS.

1.3.1 BASES PARA LA SELECCION DE LAS AREAS RURALES A ELECTRIFICARSE.-

La selección de las áreas rurales a electrificar ó lo que es lo mismo, la fijación de prioridades entre los distintos proyectos de electrificación de zonas rurales, se plantea siempre como un problema de localización de la inversión a realizar; y más en general un problema de evaluación de las distintas posibilidades ó alternativas que se presentan para el uso de los recursos disponibles.

Sin embargo, se reconoce que la repercusión socio-económica de los proyectos de electrificación del medio rural y los tipos de beneficio que de los mismos se derivan, dificultan la aplicación de los criterios de evaluación generalmente aplicables a otros tipos de proyectos.

Es general que una evaluación realizada exclusivamente sobre la base de consideración de costos y beneficios cuantificables, todo ello a valores de mercado, conduce, en los proyectos de electrificación del medio rural latinoamericano, a rentabilidades, tasas de retorno, o relaciones beneficio-costo, muy bajas y aún nulas.

El ceñirse estrictamente a estos criterios sin tener en cuenta - las correcciones a los valores de mercado que correspondería realizar por consideraciones no sólo económicas sino también sociales, y sin tener en cuenta los beneficios indirectos o intangibles que pueden obtenerse en forma más o menos segura, sería condenar a muchos proyectos que de otra forma podrían tener no sólo una alta rentabilidad real económica y social sino también un - elevado interés en ser llevados adelante para alcanzar los objetivos generales que la comunidad ha asignado a la electrificación de su medio rural.

Es pues razonable el intentar enmarcar esa evaluación en un análisis más ó menos detallado que abarque todos aquellos factores - de difícil cuantificación y valoración a nivel de proyecto, tanto aquellos que tienen que ver con los efectos sociales y macroeconómicos de la electrificación del medio rural, como también - aquellos que tienen que ver con sus costos y beneficios para la entidad que lleve adelante tal proyecto.

Como condiciones primarias para el desarrollo de la electrificación rural debemos considerar naturalmente la existencia de energía y la existencia del consumidor. Superadas estas condiciones, se deberán tomar en consideración otros factores para una definición

ción más exacta y clasificada de las áreas rurales con mayores posibilidades de ser electrificadas.

Siendo así, deberán ser consideradas también como condiciones necesarias para el desarrollo de la electrificación rural:

- a) Una economía agrícola próspera.
- b) Una división racional de la propiedad agrícola.
- c) Una red de vías de comunicaciones bastantes extensas.

Ade más de esas condiciones de carácter económico es de gran impor tancia que en la región de trabajo se encuentre ó se promueva un relativo desarrollo cultural, para un mejor entendimiento de los problemas generales y para permitir una conveniente percepción del valor del producto que está siendo colocado al alcance de -- los agricultores.

Finalmente, otra condición de gran importancia, es que la energía para el abastecimiento rural sea barata para ser ampliamente em pleada y así, los resultados de la electrificación rural puedan ser los realmente deseados: aumento de productividad, consecuen te abaratamiento de costos de producción, y crecimiento del indice económico de la región; mejoría general de las condiciones y patrón de vida del hombre del campo junto con su fijación a él.

En el caso que nos ocupa, el Valle de Los Chillos presenta carac

terísticas especiales y altamente favorables para las inversiones en electrificación, tanto desde el punto de vista de rentabilidad de las inversiones como desde el punto de vista social. - En efecto, la creciente importancia socio-económica de la zona; el incremento poblacional observado; la existencia de servicio eléctrico, no rentable a causa de sus condiciones; y la factibilidad de efectuar un servicio integral y barato a la zona, son hechos de suficiente valor sobre los cuales sustentamos nuestro interés y decisión de emprender en la ejecución de sus obras de electrificación con el carácter de alta prioridad dentro de los programas de electrificación rural que tiene previstos la Empresa Eléctrica "Quito", en su área de concesión eléctrica.

Realmente son muchas y variadas las zonas rurales del país que necesitan beneficiarse con el servicio eléctrico, pero la determinación de prioridades en la selección de las áreas rurales a electrificar es trabajo que sólo podrá llevarse a cabo a través de Organismos Nacionales afines al aspecto eléctrico, en necesaria coordinación con el de todos los demás Organismos encargados de la ejecución de las otras obras de infraestructura básicas: vialidad, agua potable, etc. En este aspecto, se debería reconocer que es de interés colectivo la integración plena e inmediata de la infraestructura de servicios públicos en las comuni

dades rurales, ya que sólo a través de este esfuerzo mancomunado se logrará asimilar al poblador rural al movimiento económico del país, en la forma más rápida, eficaz y homogénea.

1.3.2 CARACTERISTICAS GENERALES Y ALCANCE DEL PROYECTO.-

El área del Valle de Los Chillos forma parte de las jurisdicciones cantonales de Quito y Rumiñahui. Tal característica ha determinado que servicios básicos como agua potable, luz eléctrica y otros, sean suministrados a través de los respectivos municipios, siendo su labor de carácter totalmente individualista y sin relación entre sí.

El área correspondiente al cantón Rumiñahui se halla actualmente servida por un único sistema de distribución de propiedad municipal, que cubre en forma insuficiente las necesidades de energía eléctrica de los 2.250 clientes en una zona poblada por 20.000 habitantes.

El consumo promedio por usuario se lo cifra en 83 Kwh/Mes/Co. incluido el correspondiente al alumbrado público, sin considerarse el industrial.

La parte perteneciente al cantón Quito se encuentra servida por dos sistemas eléctricos independientes: sistema Guanopeco-Conocoto y sistema Pambillo-Amaguaña. Efectúan el servicio de unos

1.400 clientes, en un área poblada por alrededor de 24.000 habitantes. El consumo promedio por usuario (incluido el de alumbrado público) es de aproximadamente 70 Kwh/Mes. Co., excluyéndose el industrial.

El servicio eléctrico que se presta en el Valle de los Chillos, a través de los tres sistemas de abastecimiento enunciados es, salvo pocas excepciones, de calidad deficiente. Esto obedece a la imposibilidad física de tales sistemas de atender la creciente demanda de carga, de modo que si la situación es hoy alarmante, más tarde se tornará en crítica y llegará a ser insostenible, a menos que desde ya se tomen las medidas necesarias tendientes a actualizar el servicio eléctrico del sector.

Es éste entonces el trabajo propuesto, justificar luego de un detenido análisis de las condiciones de calidad y continuidad de servicio imperantes en los citados sistemas, de un estudio económico de las pérdidas que esta situación acarrea a las Empresas encargadas del servicio, y de una demostración de las amplias posibilidades socio-económicas que se prevén para la zona, justificar decamos, la necesidad urgente de emprender en la renovación total del suministro eléctrico del sector. Esta renovación como se demostrará oportunamente, será necesariamente de carácter radical en muchos casos, e integral. Radical porque la ineficacia, obsolescencia

e inoperancia de varios de los parámetros de los sistemas (tensiones de transporte, calibres de conductores, etc.) y de muchas de sus características (concepción de diseño, estado físico de sus elementos componentes, etc.) hacen que la simple inversión en remodelaciones ó adecuaciones temporales resulte una solución técnica y económicamente impracticable; integral porque sólo dándole a la electrificación rural el carácter de tal se obtendrán los mejores resultados socio-económicos de las obras. Sin embargo, para emprender en la tarea de electrificar al Valle en forma integral, deberían, las dos Empresas Eléctricas responsables de su servicio, comenzar por valorar las ventajas inherentes a la integración eléctrica como ser: continuidad de servicio garantizada, uniformación de criterios técnicos en la normalización, planeamiento y construcción; estandarización del equipo y accesorios y vocabulario técnico; superación del infraconsumo de energía; corrección de la desigualdad en la distribución regional de la capacidad generadora; etc., hechos que se traducen en beneficios adicionales para las Empresas a cargo del servicio eléctrico integrado y para la comunidad rural toda. La puesta en marcha de este proceso corresponderá exclusivamente a las respectivas administraciones de las entidades interesadas, pero, visualizada su importancia, nuestro trabajo se orientará a la constitución de un sistema flexible y de -

características tales que favorezcan la eventual integración de los respectivos servicios eléctricos.

Las bases del proyecto: fuentes de alimentación, sistemas de transporte y distribución, parámetros eléctricos, materiales, etc. se determinarán conforme a un estricto criterio técnico-económico, de tal forma de conseguir de las inversiones los más altos réditos, con miras siempre a brindar al usuario el mejor servicio posible al menor precio.

Nuestro proyecto eléctrico cubrirá los servicios residencial, comercial, industrial, alumbrado público y especial del Valle, desde el año 1.975, en que asumimos se pondrá en operación el sistema, hasta cuando la natural evolución de la carga obligue a la búsqueda de nuevas soluciones para el problema de su suministro eléctrico.

C A P I T U L O II

2.1 DESCRIPCION GENERAL DEL VALLE DE LOS CHILLOS

2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA.-

Recibe el nombre genérico de "Valle de Los Chillos" toda aquella zona situada al sur-este de la ciudad de Quito y separada de ésta por el cerro de Lumbisí por el Norte y por los montes de Turubamba por el Sur. Cubre el área que se halla encerrada dentro de los siguientes límites: por el Norte, los montes de Lumbisí e Ilaló; por el Sur se extiende hasta las estribaciones del Paschocha; las estribaciones del Antizana y del Sincholagua le delimitan por el Este, y por el Oeste alcanza hasta los montes de Turubamba.

2.1.2 CARACTERISTICAS GENERALES.-

La superficie total aproximada del Valle es de unos 100 Km², en su mayor parte plana, cruzada esporádicamente por depresiones y pequeñas quebradas. Cabe mencionarse que su altura varía entre los 2.500 y 2.600 metros sobre el nivel del mar, mientras Quito, la capital del país, ocupa una plataforma de nivel más elevado que oscila alrededor de los 2.800 y 2.900 metros. Este factor implica de por sí, la predominancia en este sector de un régimen de temperatura ambiental aproximadamente 1°C superior

al existente en Quito, sumándose a este el hecho de hallarse encajonado dentro de la hoya formada por las montañas que conforman sus límites. La suma de estos factores ha dado como resultado el que en el Valle de Los Chillos reine una temperatura media ambiente aproximada máxima de 25°C y mínima de 8°C.

Además es una zona rica en recursos hidráulicos; entre los ríos más importantes que riegan sus tierras se encuentran, el San Pedro, que con sus afluentes, los ríos Capelo, La Merced, Cachaco y San Nicolás, bañan la parte central y más rica de la hoya. El sector oriental del Valle, está recorrido por los ríos Pita y Santa Clara.

La confluencia de todos estos factores mencionados, sumados a la feracidad de la tierra, hacen del Valle de Los Chillos una zona de óptimas cualidades agrícolas y ganaderas. Estas características han sido parcialmente explotadas por los hacendados y propietarios menores de terrenos ubicados en toda el área en cuestión.

Son productos de esta zona, frutales variados propios del clima, gramíneas y tubérculos. Existe, aunque en pequeña escala, la cría de ganado, explotación apiaria y últimamente ha proliferado la instalación de planteles avícolas.

2.1.3 JURISDICCION CANTONAL, POBLACIONES PRINCIPALES.-

El Va-

lle de Los Chillos pertenece a los cantones Rumiñahui y Quito, - correspondiendo al primero la superficie triangular comprendida entre los ríos Pita y San Pedro, desde su confluencia hasta el - límite Sur del Valle, quedando el resto, que constituye la mayor parte de su área total, bajo la jurisdicción del Cantón Quito.

Cabe aquí indicar que, en adelante para su estudio, al Valle de Los Chillos se lo considerará en sus zonas correspondientes a -- los cantones Quito y Rumiñahui, en forma separada, ya que como - se verá posteriormente, esta consideración será uno de los crite- rios rectores y desempeñará un papel decisivo en la delimitación del área que se beneficiará con el presente Proyecto Eléctrico.

Bajo esta consideración, realizaremos una descripción sintética de cada una de las poblaciones principales de cada cantón, loca- lizadas en el sector estudiado.

2.1.3.1. CANTON RUMIÑAHUI.-

Sangolquí.-

Es la ciudad más importante del Valle, tan- to por su población que asciende a 8.000 habitantes como por ser la capital del Cantón. Se halla situada entre los ríos Cachaco y Santa Clara, a una distancia aproximada de 16 Km. de Quito, por

la carretera principal Quito-Conocoto-Sangolquí.

San Rafael.-

La segunda población en importancia del Cantón, en el Valle. Cuenta con 1.000 habitantes incluidos los de los sectores adyacentes que conforman la parroquia. Se halla ubicada entre las poblaciones de Conocoto y Sangolquí, también sobre el carretero Quito-Sangolquí.

Otras Poblaciones.-

Hasta hoy de menor importancia, pero con un apreciable ritmo de crecimiento, se tienen las poblaciones de Selva Alegre, Cotogchoa, San Juan y Cuendina. Existen algunos pequeños caseríos de menor importancia.

Todos estos centros poblados se comunican entre sí y con Sangolquí por medio de un sistema de caminos de segundo orden, inicialmente de hacienda pero más tarde de servicio público, con la multiplicación de centros de población en lo que originalmente fueran haciendas y terrenos de propiedad particular.

2.1.3.2. CANTON QUITO.-

Conocoto.-

Es la ciudad más importante del Cantón Quito en el Valle, su población estable se estima en unos 2.800 ha-

bitantes en la cabecera parroquial y en 4.700 la de la parroquia entera, que abarca los sectores de La Moya, San Juan y Aguarico, entre otros. Es la primera población que encuentra a su paso la carretera de Los Chillos, constituyéndose así en la puerta de entrada al sector.

Amaguaña.-

Es la población más septentrional del Valle, cuenta con 1.800 habitantes. Se conecta con Conocoto por medio de un carretero, derivación del principal de Los Chillos (Quito-Sangol—quí). Se halla situada a orillas del río San Pedro que, en este sector constituye el límite sur-occidental del Valle de Los Chillos.

Alangasi.-

Cuenta con 850 habitantes en su cabecera parroquial y con 4.700 en la parroquia entera, en la que se incluyen, entre otras, las poblaciones de El Tingo y La Merced, importantes balnearios del sector. Está por culminarse la construcción de un carretero de primer orden que integrará estas poblaciones al movimiento económico y turístico del Valle.

Guangopolo.-

Se halla ubicada al extremo norte del sector que nos

ocupa, parte de su importancia se debe a la localización en sus proximidades, de la Central Hidroeléctrica de este nombre. Su población suma unos 700 habitantes.

Otras Poblaciones.-

A más de las ya enunciadas, existen otras de menor importancia, pero que ausan un apreciable ritmo de crecimiento poblacional; tal es el caso de Lumbisí, ubicada en la porción más estrecha del Valle, entre los montes Ilaló y Lumbisí. - Más pequeñas que ésta son San José de Huairaloma, San Miguel, - Zanjaloma, etc.

A más de éstas, se tienen algunos pequeños centros poblados que no pasan de constituir sino débiles agrupamientos de casas, localizados generalmente a orillas de carreteros y caminos y cuya enumeración además de larga resultaría poco útil.

2.1.4. IMPORTANCIA DEL VALLE DE LOS CHILLOS.-

Una vez descritas en forma general, las principales características físicas del Valle de Los Chillos, su topografía, sistema hidrográfico y condiciones ambientales, así como la distribución y localización de sus centros de población creemos del caso hacer un análisis de -

sus posibilidades de desarrollo, basados en la observación de -- ciertos hechos y tendencias que a continuación exponemos:

Quito, la capital de la República, se halla actualmente sometida a un formidable proceso de expansión poblacional similar al sufrido por la ciudad de Guayaquil en años pasados. Su población -- que el año 1.962 sumaba 355.000 habitantes, hoy, al cabo de 7 años alcanza más del medio millón de habitantes, acusando pues un extraordinario incremento poblacional.

La causa de este incremento tan elevada, más que en la natalidad, se halla en la descontrolada tendencia centralista de la población, tanto de habitantes de ciudades menores como de campesinos que -- llegan a la ciudad en busca de mejores fuentes de ingresos que -- los que pueden encontrar en sus lugares de origen, con sus elementales sistemas de explotación agrícola.

Este vertiginoso aumento de la población estable, trae aparejado consigo el problema de carestía de vivienda, problema éste de tipo social que cada vez se presenta con caracteres más alarmantes tanto por el creciente desequilibrio entre su oferta y su demanda como por la incidencia directa en el costo de adquisición de bienes inmuebles, terrenos y cánones de arrendamiento, factores que están obligando a muchos de sus habitantes a residir en

sitios periféricos de la ciudad, donde el costo de estos rubros están todavía al alcance de cierto sector medio de la población.

Más tarde, con la reducción paulatina del espacio vital en el perímetro de la ciudad y su creciente costo de adquisición, un sector de población cada vez mayor, se verá obligado a buscar asiento en áreas rurales que siendo lo más cercanas a Quito, reúnan en sí condiciones que propicien su desarrollo.

Esta tendencia, aunque aún en pequeña escala, comienza a hacerse sensible. Es evidente la multiplicación de viviendas, granjas a-vícolas, huertos frutales, etc. en sectores rurales hasta hace pocos años en total y completo abandono. Tal es el caso entre otros, del Valle de Tumbaco; de la zona de Cumbayá; del sector norte de la ciudad, entre ésta y las poblaciones de Pomasqui y San Anto—nio de Pichincha, y, mención aparte, del Valle de Los Chillos.

Es palpable el hecho de que esta corriente poblacional de tendencia rural, ha encontrado su máxima expresión en el sector del Valle de Los Chillos, resultando aparentes y muy claras las razo—nes para la presencia de tal fenómeno.

Localizado el Valle en un área de excepcionales condiciones to—pográficas y climáticas, así como de calidad de suelo y disponi—bilidad de recursos hidráulicos, y sumándose a esto, la corta —

distancia que lo separa de la ciudad y su facilidad de acceso, -
no se hace difícil pensar y se concluye a ello por el peso de -
las razones anotadas, que este sector, de agrícola-residencial,
en un plazo no muy lejano se constituirá en una importante zona
residencial-industrial.

Nuestras predicciones no resultan aventuradas si además de basar
nos en las razones expuestas, lo hacemos en la observación de -
los siguientes hechos:

- a) Es notable la proliferación, de unos años a esta parte, de -
un sinnúmero de urbanizaciones, lotizaciones, etc. en la ze-
na, encontrando tales obras gran aceptación en el medio.
- b) Es evidente que ciertos sectores como el barrio de La Moya -
junto a Conocoto, el sector de San Rafael, la zona de El Tin-
go, La Merced y otros, actualmente están constituyéndose en
asiento de elegantes edificios residenciales que en muchos -
casos son vivienda permanente de personas cuyo centro de tra-
bajo radica en Quito.
- c) La industria juega ya un papel preponderante en el Valle, es
pecialmente en el sector de Conocoto, a pesar de haberse vis-
te parcialmente frenada por la falta de disponibilidad de -

energía eléctrica.

Creemos que, por las razones expuestas, nuestro interés por el Valle de Los Chillos se ve plenamente justificado por la importancia de su papel que en el plano socio-económico le tocará jugar al constituirse como lo exponemos, en una especie de aliviadero natural para la expansión poblacional e industrial de la ciudad capital.

2.2. CARACTERISITICAS DEL SERVICIO ELECTRICO ACTUAL AL VALLE DE LOS CHILLOS.-

Para entrar a describir cada uno de los sistemas que actualmente abastecen de energía eléctrica al Valle de Los Chillos, convendrá recordar que éste se halla dentro de las jurisdicciones cantonales de Quito y Rumiñahui. Consecuentemente entonces, nuestro estudio deberá ajustarse a esta característica y tratar por separado y de manera diferente, los sistemas pertenecientes a una y otra jurisdicción.

2.2.1 SISTEMAS ELECTRICOS SECTOR DEL CANTON QUITO.-

El suministro de energía eléctrica al sector del Valle perteneciente al cantón Quito se lo hace a través de dos sistemas independientes de distribución:

- Sistema Guangopolo-Conocoto.
- Sistema Tambillo-Uyumbicho-Amaguaña.

2.2.1.1. SISTEMA GUANGOPOLO-CONOCOTO.-

2.2.1.1.a Alcance y Magnitud del Sistema.-

Fue inaugurado alrededor del año 1.936, siendo su principal objetivo el suministro de servicio a la población de Conocoto. Luego, con el paso de los años, el sistema se ha ido ampliando paulatinamente en forma paralela al crecimiento de la carga observado en la zona central del Valle. Es así como en la actualidad constituye, por su capacidad de servicio, el mayor y más importante de los sistemas de distribución rural de propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito". Cubre el servicio de las principales poblaciones del Valle, ubicadas en el cantón Quito: Conocoto, Alangasí, Guangopolo, El Tingo y La Merced. La población total del área cubierta por este sistema asciende a los 8.000 habitantes.

El bosquejo del sistema actual, es como se detalla a continuación: Su fuente de generación es la Central Hidroeléctrica de Guagopolo. El transporte de energía se lo hace a nivel de generación (2.3 KV, sistema Y sin neutro) por intermedio de una línea troncal trifásica que se extiende desde esa Central hasta las inmediaciones

de Conocoto. A lo largo de su recorrido se derivan varios ramales monofásicos y trifásicos que cubren el servicio tanto de centros poblados como de clientes particulares. Aquellos ramales que suministran energía a poblaciones ó que sirven a cargas importantes, los denominaremos ramales principales. A los restantes los llamaremos secundarios y para facilidad de trabajo, se los asumirá al ramal principal más cercano.

De acuerdo con esta clasificación se tendrá:

	Conocoto
	San Rafael
Ramales Principales	Alangasí
	Hospital Siquiátrico

Ramal Principal Conocoto (Zona de Carga 1).-

Cubre este ramal el servicio del área más densamente poblada del Valle, en la parte correspondiente al cantón Quito. En efecto, en ella residen alrededor de 4.000 habitantes, 3.000 de los cuales se localizan en la población de Conocoto, incluida en esta zona de carga.

Aquí está situado el centro de carga industrial más importante del Valle.

De todo este sistema de distribución, ésta es la zona que arroja los más elevados índices de concentración y número de clientes,

observándose los más altos valores de demanda total Residencial-comercial e industrial así como de capacidad en transformación, longitud de redes y consumo total de energía.

Puede entonces clasificársele a ésta como la Zona de Carga más importante del Sistema.

La distribución eléctrica de Conocoto así como de ciertos sectores de los barrios adyacentes donde la población conforma núcleos ó centros compactos, se efectúa a través de redes de baja tensión.

En los otros casos, cuando se trata de clientes dispersos, muy alejados unos de otros, el servicio se lo entrega directamente por medio de extensiones de red de alta tensión de alimentación a un transformador de la capacidad adecuada para cubrir las necesidades de ese ó esos clientes en particular, sin la intervención de redes de baja tensión.

Es precisamente en esta diferencia entre el trabajo ejecutado por aquel transformador de servicio comunitario y aquél de servicio particular, que nos basamos para en lo posterior llamar transformador de servicio público al primero y de servicio particular al segundo.

Asumiendo a este ramal las capacidades de todos aquellos transformadores que se sirven ya sea directamente del troncal de ali-

mentación e a través de ramales secundarios, pero que por su --
cercanía a este ramal principal se les puede considerar como lo-
calizados dentro del área cubierta por él, se tiene la siguiente
distribución de capacidades en transformadores:

	Servicio Público	:	16 transformadores --
			con 236.5 KVA.
	Servicio Particular	:	24 transformadores --
Ramal Principal:			con 281.5 KVA.
	Servicio Industrial	:	8 transformadores --
			con 267.0 KVA.
	Servicio E.E."Q"S.A.:		2 transformadores --
			con 50 KVA.
Subtotal Ramal Principal Conocete		:	50 transformadores con
			785.0 KVA.
	Servicio Público	:	4 transformadores --
Subramal La Moya:			con 48.0 KVA.
	Servicio Particular	:	7 transformadores con
			73.0 KVA.
	Servicio Industrial	:	2 transformadores --
			con 52.5 KVA.
	Servicio Municipal	:	2 transformadores --
			con 75.0 KVA.

Total Subramal La Moya: 15 transformadores con 248.5 KVA.

Total Ramal Cenocoto : 65 transformadores con 1.033,5 KVA.

Ramal Principal Alangasí (Zona de Carga 2).-

A la altura del Km.

1 + 800 m. de la línea troncal de distribución Guangepelo-Cenocoto, se deriva un ramal monofásico en dirección Sureste que a su paso sirve a las poblaciones de El Tingo, Alangasí y La Merced, donde termina su recorrido. Todas estas poblaciones se sirven por medio de redes de baja tensión. A más del servicio de estos pueblos, se hace el de clientes particulares a través de transformadores de pequeñas capacidades.

La población de esta Zona de Carga asciende a unos 3.000 aproximadamente.

Aquí predomina la carga residencial, siendo de mucho significado aquella de tipo disperso. Hay ausencia total de carga industrial.

Per su consumo total de energía, población servida, número de clientes, demanda de carga y capacidad de servicio en transformadores, esta Zona de Carga es la segunda en importancia del Sistema.

Haciendò iguales consideraciones que para la Zona de Carga 1, se tiene la siguiente distribución de cargas en transformadores per sectores:

	Servicio Público	Servicio Particular	Servicios E.E."Q"S.A.
Sector Alangasi	35.0 KVA (3)	3.0 KVA (1)	-
Sector El Tingo	30.0 KVA (2)	38.0 KVA (6)	3.0 (1)
Sector La Merced	45.0 KVA (3)	57.0 KVA (6)	-
Sector Ushimana	12,5 KVA (2)	-	-
Total Ramal Alan gasi;	122.5 KVA (10)	98.5 KVA (13)	3.0 (1)

Nota: Los números entre paréntesis indican los totales de transformadores.

Ramal Principal San Rafael (Zona de Carga 3).-

Del mismo punto en que se hace la derivación hacia Conocote, parte en dirección opuesta el ramal de alimentación al sector de San Rafael. Se trata de un ramal monofásico que sirve cargas del tipo disperso, particulares. Algunas de estas cargas corresponden a clientes localizados fuera de los límites del Cantón Quito, estando por lo tanto fuera del alcance del servicio de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., en condiciones normales. Pero como la Empresa Municipal de Rumiñahui, con los 800 KW de capacidad disponible, no puede atender en buenas condiciones toda la demanda de energía de su área de servicio, muchos clientes han acudido a -

la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. en busca de una mejor atención a sus necesidades.

Aquí no existen cargas centralizadas servidas a través de redes de distribución en baja tensión.

El resumen de capacidades en transformadores es como sigue:

Servicio Particular : 12 transformadores con 77.5 KVA.

Servicio de Gobierno: 2 transformadores con 37.5 KVA.

Servicio E.E. "Q" S.A.: 1 transformador con 7.5 KVA.

Total Ramal San Rafael: 15 transformadores de 122.5 KVA.

Ramal Principal Hospital Siquiátrico (Zona de Carga 4).-

Aproxima

damente a la mitad del recorrido del troncal de alimentación -- se efectúa la derivación de un ramal trifásico hacia el occidente, cuyo único fin, en principio, no fue otro que el de servir -- las cargas de las entidades de Gobierno localizadas en la zona -- Sabasuce - Pucará. Actualmente este ramal ha dejado de servir -- solamente a este tipo de carga diferenciada para pasar a continua ción a alimentar cargas monofásicas comerciales y residenciales y una industria trifásica, ubicadas en la entrada occidental de -- Cenecote, en los barrios La Luz, Terocucho y otros, que por su -- localización al final del ramal principal Cenecote, sufrían ^{las} -- consecuencias derivadas de las deplorables condiciones de la regula

ción de tensión, que se veía acrecentada día a día por el aumento de cargas a lo largo del ramal y del sistema en general. Esta solución es lógicamente sólo de carácter temporal y local.

El resumen de la potencia instalada en transformadores en este ramal es como sigue:

Servicio Público : 48.0 KVA (5)

Servicio Particular: 23.0 KVA (4)

Servicio Industrial: 22.5 KVA (1)

Servicio de Gobierno: 145.0 KVA (8)

Total Ramal Hospital
Siauiátrico : 238.5 KVA (18)

Nota: Los números entre paréntesis indican los totales de unidades de transformación.

Sector Guangopolo (Zona de Carga 5).-

A más de aquellas cargas - que se sirven a través de los ramales principales de distribución ó que por su ubicación se ha asumido al ramal principal más cercano, se tiene un grupo adicional de cargas localizado en un primer tramo de recorrido de la línea troncal de alimentación, en el sector de Guangopole.

El resumen de la potencia en transformadores es el siguiente:

CUADRO DEMOSTRATIVO DE LA DISTRIBUCION DE CARGAS EN TRANSFORMADORES
 INSTALADAS EN EL AREA CUBIERTA POR EL SISTEMA DE DISTRIBUCION GUANGOPOLO-CONOCOTO

CUADRO 2.4.6

		CAPACIDAD EN TRANSFORMADORES (NUMERO DE UNIDADES)							
ZONA DE CARGA	DERIVACION PRINCIPAL	SECTOR	Servicio Público KVA	Servicio Particular KVA	Servicio Industrial KVA	Municipio y Estado KVA	Servicio E.E.Q.S.A. KVA	Total por Ramal 6 Sector KVA	
1	CONOCOTO	Conocoto	236.5 (16)	231.5 (24)	267.0 (8)	-	50.0 (2)	785.0 (50)	
		La Moya	48.0 (4)	73.0 (7)	52.5 (2)	75.0 (2)	-	248.5 (15)	
			Total Ramal Principal Conocoto						1.033.5 (65)
2	ALANGASI	Alangasi	35.0 (3)	3.0 (1)	-	-	-	38.0 (4)	
		El Tingo	30.0 (2)	38.0 (6)	-	-	3.0 (1)	71.0 (9)	
		La Merced	45.0 (3)	57.5 (6)	-	-	-	102.5 (9)	
		Ushimana	12.5 (2)	-	-	-	-	12.5 (2)	
			Total Ramal Principal Alangasi						224.0 (24)
3	S. RAFAEL	S. Rafael	-	77.5 (12)	-	37.5 (2)	7.5 (1)	122.5 (15)	
					Total Ramal Principal San Rafael				
4	HOSPITAL SIQUIATRICO	Hospital Siquiátrico	-	-	-	125.0 (6)	-	125.0 (6)	
		Conocoto	48.0 (5)	23.0 (4)	22.5 (1)	20.0 (2)	-	113.5 (12)	
					Total Ramal Principal H.Siquiátrico				
5	Guangopolo	Guangopolo	10.0 (2)	15.0 (2)	-	-	35.0 (2)	60.0 (6)	
					Total Sector Guangopolo				
CAPACIDADES SUBTOTALES KVA			465.0 (87)	518.5 (62)	342.0 (11)	257.5 (12)	95.5 (6)		
CAPACIDAD TOTAL DEL SISTEMA KVA								1.678.5 (128)

EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION GUANGOPOLO-CONOCOTO.-

ZONA DE DERIVACION SECTOR N U M B E R O D E C L I E N T E S T O T A L DEMANDA MAXIMA
 CARGA PRINCIPAL RESIDENCIALES COMERCIALES INDUSTRIALES MUNICIP. ESTADO (Por lecturas de
 -KVA- carga directas)

1	CONOCOTO	Conocoto	504	50	14	3	3	304.20
		La Moya	29	1	3	1	1	
		Academia del Valle	2	1	-	-	-	

2	ALANGASI	Alangasi	96	13	-	2-	2	75.00
		El Tingo	98	12	-	1	1	
		La Merced	54	8	1	1	-	
		Ushimana	22	3	-	-	-	

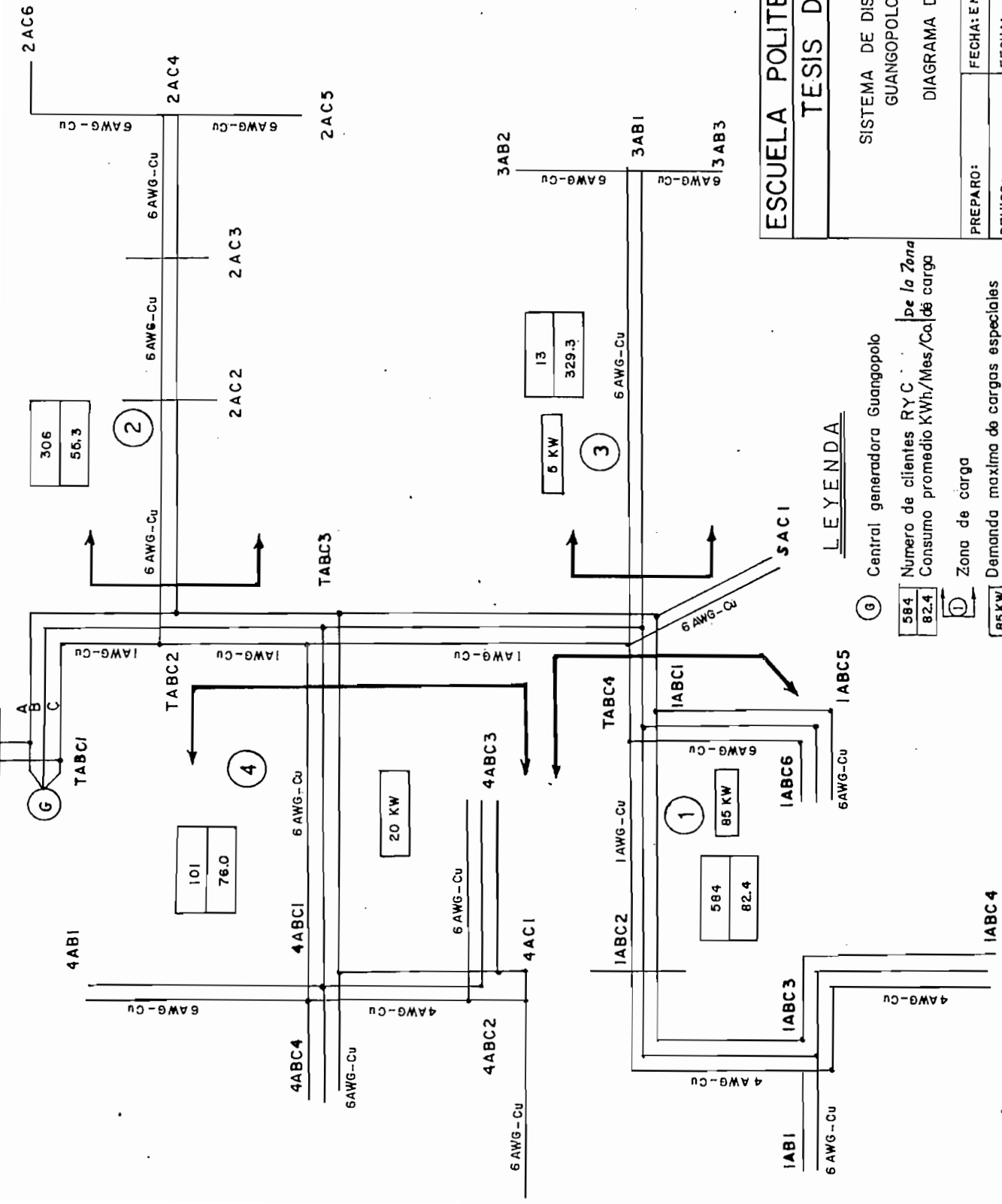
3	SAN RAFAEL	San Rafael	10	3	-	-	1	24.80
---	------------	------------	----	---	---	---	---	-------

4	HOSPITAL SIQUIATRICO	H. Siquiátrico Conocoto	95	6	2	-	1	62.00
---	----------------------	-------------------------	----	---	---	---	---	-------

5		Guangopolo	81	4	-	-	-	NO OBTENIDA
---	--	------------	----	---	---	---	---	-------------

DEMANDA MAXIMA TOTAL COINCIDENTE (KVA)
 (Por Lectura de Carga en la Central)

532.00



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
TESIS DE GRADO

SISTEMA DE DISTRIBUCION RURAL
 GUANGOPOLO - CONOCOTO
 DIAGRAMA DEL CIRCUITO

PREPARO:	FECHA: ENER 0-1971
REVISO:	FECHA:
APROBO:	FECHA:

Central generadora Guangopolo

584	Numero de clientes RY C	de la Zona
82.4	Consumo promedio KWh/Mes/Co/dé carga	

1 Zona de carga

85 KW Demanda maximo de cargas especiales de la zona de carga

LEYENDA

Servicio Público : 10 KVA (2) en Guangopolo
Servicio Particular: 15 KVA (2)
Servicio E.E. "Q" S.A.: 35 KVA (2)
Total Sector Guango-
pole : 60 KVA (6)

2.2.1.1.-b- CONDICIONES DE SERVICIO.-

INTRODUCCION.-

Antes de entrar al estudio de las con
diciones en que se presta el servicio eléctrico al Valle de Los
Chillos, haremos una necesaria introducción teórica acerca del
tema con el fin de aclarar y delimitar el significado y alcance
del concepto "condiciones de servicio".

Una condición cualquiera de servicio en un sistema viene defini
da implícitamente por la existencia de sus dos parámetros deter
minantes, a saber:

Continuidad del Servicio y Calidad del mismo.

Veamos qué es uno y otro:

Continuidad.-

En este parámetro se involucra tácitamente un es-
tándar que establece el mínimo nivel de servicio continuo que -
una Empresa considera necesario para llenar las necesidades de

los consumidores.

Esto provee una base para aquilatar el servicio prestado en cualquier parte del sistema y ofrece un medio por el cual cualquier queja o reclamo del usuario al respecto, puede ser satisfactoriamente resuelto.

El estándar de continuidad que se cree más adecuado para sistemas de distribución rural consta de dos componentes:

1.- Un tiempo máximo permisible de falla de servicio para cada clase de carga.

2.- Un tiempo promedio aceptable de falla de servicio computado en horas por consumidor por año.

El tiempo máximo que una carga crítica puede pasar sin servicio determina la primera parte del estándar. Esto puede diferir para cada primario del sistema. Donde no hay cargas críticas, la carga total del primario (ó ramal, en nuestro caso) puede usarse como una base para establecer el tiempo máximo permisible de bloqueo de servicio, o este componente del estándar puede omitirse totalmente.

El segundo componente del estándar (promedio de horas de bloqueo de servicio por consumidor por año) pesa el efecto del

número de bloqueos y su duración, experimentados por un usuario - promedio en el sistema.

Ahora bien, no parece ser posible determinar la magnitud de la inversión que se justifique por la sola mejora en la continuidad del servicio. Ciertamente un servicio inadecuado puede ser altamente costoso para el sistema por sus efectos sobre el desarrollo de la carga y sobre las relaciones Empresa-Consumidor, por lo tanto desde este punto de vista se justifica el hacer cualquier esfuerzo por corregir un defecto en el sistema -- tan pronto sea descubierto. Por otro lado, la dificultad de evaluar una mala continuidad de servicio en el sistema en términos de sucesos, hace deseable el mantener los costos de las medidas curativas dentro de niveles razonables, acordes con la importancia del sistema y con sus posibilidades.

En general, las inversiones justificables dependen del grado de discontinuidad del servicio y del número de consumidores ó magnitud de la carga afectados. Un sistema inadecuado presenta el más difícil problema en vista del número de consumidores afectados y del posible costo de corrección. Es posible que muchos prefieran un período de servicio más o menos discontinuo o inadecuado antes que una elevación tarifaria resultante de una gran inversión en mejoras. En cualquier caso, el uso efectivo de un sistemático pla

neamiento debería constituir una gran ayuda para arribar a una selución económica de tal problema.

Ocasionalmente la discontinuidad de servicio se origina en las pebres prácticas de operación y mantenimiento. Los costes asociados a la mejora de tales prácticas hasta niveles satisfactorios son generalmente justificables y considerados como inversiones necesarias en la operación de un sistema de distribución.

Desgraciadamente en nuestro caso que nos ocupa, no se cuenta con un récord detallado de fallas en el sistema, en lo que se relaciona con su grado de incidencia, duración y causas, de tal manera que, desde el punto de vista real y objetivo, no podemos hacer una crítica del comportamiento del sistema de protección existente.

Pero podemos en cambio analizar la lógica empleada en su planeamiento y, creando situaciones teóricas que comprometen su operación, analizar el grado de confiabilidad del sistema, de acuerdo a su comportamiento en cada caso particular.

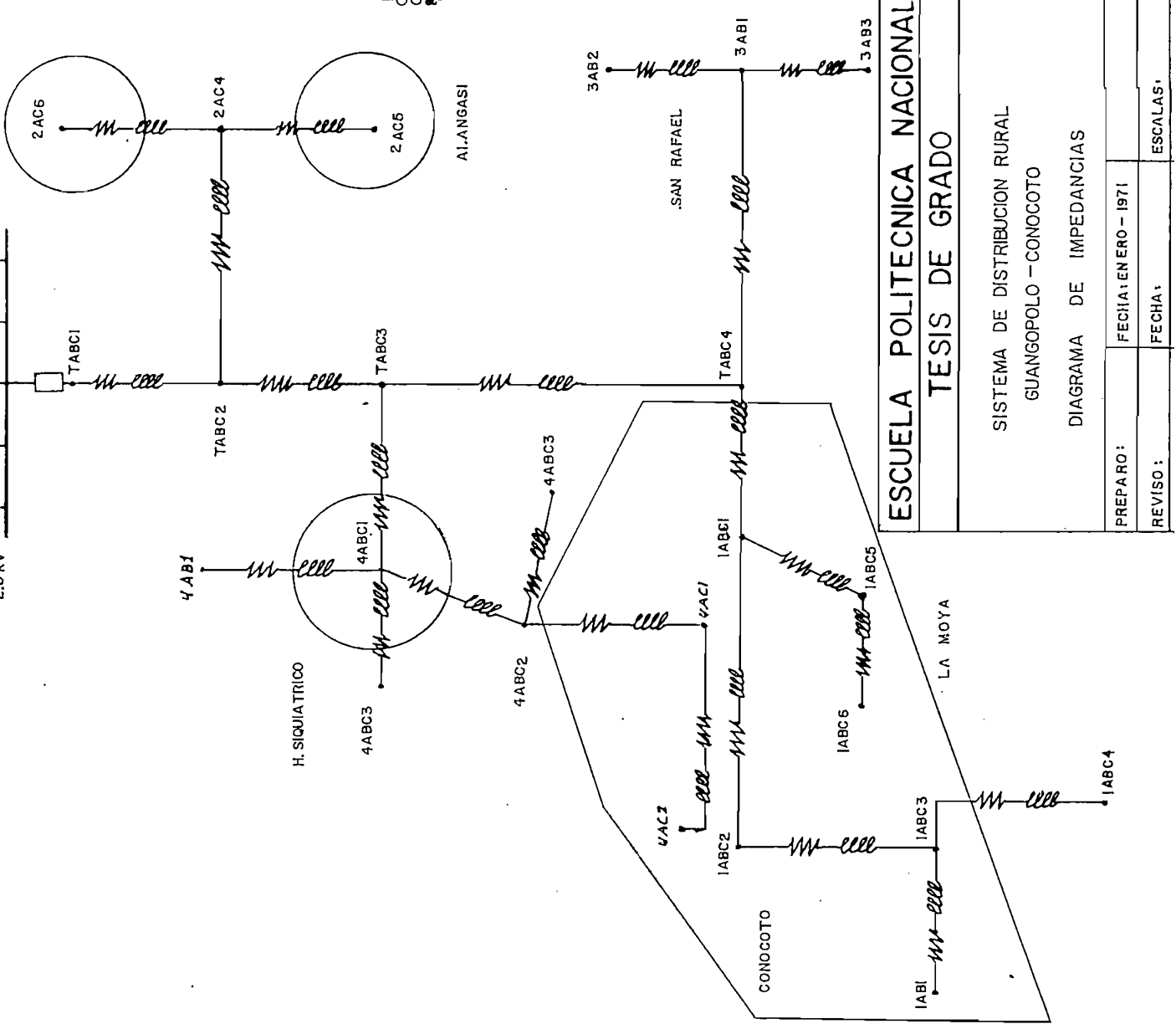
En el caso del sistema de protección contra sobrintensidades, en primer lugar, como defectos aparentes que no requieran de mayor profundidad analítica, podemos citar los siguientes:

- a) Es un sistema protectivo que no muestra mayor técnica en su planeamiento, incurriendo inclusive en lamentables emisiones.

$= 0.1475$
 $= 0.1475$
 $= 0.0829$

L I N E A S

Formo	Impedancias $Z_l = Z_2$	Calibre
BC1-TABC2	0.69 + j0.81	3 x 1 AWG
BC2-TADC3	0.34 + j0.39	3 x 1 AWG
BC3-TABC4	0.79 + j0.92	3 x 1 AWG
BC2-2AC2	3.83 + j1.36	2 x 6 AWG
C2-2AC3	1.18 + j0.42	2 x 6 AWG
C3-2AC4	2.24 + j0.80	2 x 6 AWG
C4-2AC5	1.18 + j0.42	2 x 6 AWG
C4-2AC6	4.22 + j1.50	2 x 6 AWG
BC3-4ABC1	2.38 + j0.34	3 x 6 AWG
BC1-4ABC3	0.58 + j0.21	3 x 6 AWG
BC1-4ABC2	1.24 + j0.70	3 x 4 AWG
BC2-4AC1	2.38 + j0.84	2 x 6 AWG
C1-4AC-2	1.06 + j3.75	2 x 6 AWG
BC1-4AB1	2.11 + j0.75	2 x 6 AWG
BC2-4ABC3	1.32 + j0.47	3 x 6 AWG
3C4-3AB1	2.18 + j0.77	2 x 6 AWG
B1-3AB3	0.99 + j0.35	2 x 6 AWG
B1-3AB2	1.58 + j0.56	2 x 6 AWG
3C4-IABCI	0.08 + j0.09	3 x 1 AWG
C1-IAB05	1.12 + j0.40	3 x 6 AWG
C5-IABC6	0.73 + j0.26	3 x 6 AWG
C1-IABC2	0.52 + j6.12	3 x 1 AWG
C2-IABC3	0.83 + j0.46	3 x 4 AWG
C3-IAB1	1.18 + j0.42	2 x 6 AWG
C3-IABCA4	2.64 + j0.94	3 x 4 AWG



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
TESIS DE GRADO

SISTEMA DE DISTRIBUCION RURAL
 GUANGOPOLO - CONOCOTO
 DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS

PREPARO:	FECHA: ENERO - 1971
REVISO:	FECHA:
	ESCALAS:

Por ejemplo, mientras en forma general los ramales (y subramales) cuentan con elementos fusibles de protección, otros en cambio carecen de ellos, efectuándose rígidas derivaciones — mal protegidas. Tal es el caso del Ramal Hospital Siquiátrico, que deriva del troncal principal a través de seccionadores de barra; del Ramal Conocoto y de algunos otros subramales menores.

Consecuencia de esto es que cualquier falla daría lugar a bloques de servicio de gran magnitud.

- b) El dimensionamiento de la capacidad de los fusibles de ramal (ó subramal) obedece sólo a la magnitud de la corriente de carga presente en ese sitio, siendo por lo tanto dudosa la corrrecta secuencia de operación entre ellos.
- c) Es un sistema en el que seguramente por falta de material apropiado (debido talvez a lo anticuado de su voltaje de operación) se han empleado accesorios para niveles de tensión más elevados, encareciéndose consecuentemente el sistema.

Veamos el desempeño del equipo de protec—
ción frente a un caso concreto que demande su operación.

- En el punto 4ABC3 (del Ramal Hospital Siquiátrico), por ejemplo, en caso de ocurrencia de una falla entre dos fases, se —

ha determinado, a través de cálculos teóricos, que se tendría la presencia de una corriente de cortocircuito de aproximadamente 139 amperios.

Ahora bien, qué ocurre en este caso particular.

Primero, como a todo lo largo del recorrido de la corriente de falla, el único dispositivo de protección existente es el disyuntor principal de troncal, ubicado en Guangopole, éste sería lógicamente el encargado de despejar esa corriente de falla, afectando, en este caso, con su operación, a todo el sistema de distribución.

Segundo, si bien éste es de por sí un hecho que demuestra la falta de selectividad del sistema de protección, este no es todo. En efecto, ocurre que la máxima corriente de carga del sistema, medida en Guangopole, es de 135 amperios. Resulta fácil comprender que frente a una corriente de falla de igual magnitud que la de carga, el disyuntor no va a operar, manteniéndose entonces esa corriente de cortocircuito en forma indefinida.

A más de las observaciones expuestas, pueden citarse otras de mucha consideración:

- La reposición de fusibles dañados en un ramal ó subramal del sistema obligará a la apertura del circuito en cualquiera de sus dos puntos aptos para dicha operación bajo carga: el disyuntor

principal ó el suiche en aceite localizado en el punto --
TABC4, en San Rafael. Esto trae aparejados molestos y exten-
sos apagones que en el un caso afectan a más de 1.000 clien-
tes y en el otro a unos 600 de ellos.

- Cualquier falla en el troncal de alimentación dejará sin --
servicio a todo el sistema ya que no cuenta con ninguna pro-
tección en sus diferentes tramos.

En cuanto a la protección
de los transformadores de distribución, la Empresa Eléctrica "Qui-
to" S.A. lo lleva a cabo mediante fusibles dimensionados de acuer-
do a la potencia aparente (KVA) del transformador.

Veamos ahora qué precauciones se han tomado para proteger al sis-
tema contra descargas de origen atmosférico.

Antes cabe indicar que la causa principal de las interrupciones -
de servicio en las líneas aéreas son precisamente las descargas -
atmosféricas. Los objetivos que persigue un sistema de protección
de este tipo son; a) Protección contra largas interrupciones como
son las originadas en la destrucción de aisladores, crucetas, pos-
tes, etc. y b) Reducción del número de interrupciones momentáneas
causadas por descargas atmosféricas.

Los 3 métodos actualmente en uso para llevar a cabo esta protección
son:

- 1.- Conductores aéreos de tierra.
- 2.- Tubos de expulsión.
- 3.- Aprovechar el aislamiento de la madera.

No es nuestro interés hacer un estudio de las características ni analizar las ventajas derivadas de la utilización de uno u otro sistema, ya que esto puede encontrarse, en forma ampliamente discutida y detallada en cualquier texto afín.

En nuestro medio se ha constituido en práctica generalizada la utilización del primero de los métodos enunciados, a saber el de los conductores aéreos de tierra, el mismo que de acuerdo con observaciones derivadas de pruebas prácticas realizadas por organismos y entidades relacionadas con la construcción eléctrica en los Estados Unidos, ha demostrado ser uno de los métodos más eficaces para la protección contra sobretensiones de origen atmosférico.

Volviendo al caso que nos ocupa, el sistema de distribución en su totalidad, carece de medios de protección, hallándose consecuentemente expuesto a la acción de las descargas eléctricas atmosféricas.

Podría talvez pensarse que con el uso de apoyos y crucetas de madera se logre algún efecto de protección, aunque su criterio de utilización fue eminentemente económico y de disponibilidad de ma

terial. En todo caso, poca acción protectora podría derivarse de esta característica de construcción ya que el uso de madera en el sistema está muy lejos de ser general.

Los transformadores de distribución conectados al sistema se hallan protegidos por pararrayos tipo válvula que precisamente son actualmente los más utilizados para la protección de transformadores de distribución.

Calidad de Servicio.-

La calidad de un servicio eléctrico está fundamentalmente relacionada con los niveles de tensión de servicio al usuario.

Por razones obvias, es indispensable brindar al usuario rural, como a cualquier cliente, un servicio adecuado y digno de confianza. Esto se hará efectivo cuando existan: máxima continuidad de servicio, satisfactorios niveles de voltaje y libre de radio interferencia. —

El suministrador del servicio es el responsable de mantener la tensión de servicio al usuario dentro de una banda específica de variación aceptable, ya que limitaciones de tipo económico impiden que el suministro de energía eléctrica a todos los consumidores se haga a un voltaje igual y constante.

Es un hecho inevitable que la transmisión de energía en un sistema

lleve consigo una caída de tensión. A cualquier instante de tiempo la caída de tensión es proporcional a la magnitud y fase de la corriente que fluye en el sistema. Por el hecho de que la demanda del consumidor varía, la caída de tensión y correspondientemente el voltaje a los terminales del consumidor, varían en la misma proporción. Las caídas de tensión y las correspondientes variaciones ocurren en todas las etapas de la generación, transmisión y distribución de energía y puesto que los sistemas tienen el único fin de satisfacer la demanda de los consumidores, el sistema debe ser diseñado para mantener el voltaje dentro de los límites requeridos por el consumidor. Esto implica la existencia de una correlación de los rangos de voltaje de operación de todas las partes del sistema.

El voltaje de servicio requerido por los consumidores determina el voltaje al cual la energía debe ser suministrada; y este requerimiento es función del voltaje nominal del equipo que se va a utilizar. En general los equipos son diseñados para un óptimo funcionamiento a un nivel específico de tensión, pero éstos funcionan satisfactoriamente dentro de una aceptable variación. Por lo tanto y teniendo en cuenta que no todos los equipos son diseñados para un nivel igual de voltaje, la operación debe mantenerse dentro de un rango límite por ejemplo, de 107 a 127 voltios que para los sistemas -

rurales es aceptable si se tiene en cuenta que las tensiones comunes de diseño van de los 110 a los 125 voltios, límites que pueden ser tomados como una base para el diseño del sistema.

Se hará entonces el estudio de la situación actual de regulación de tensión en cada punto del sistema.

Al efecto, se ha preparado el cuadro 2.5 en el que se dan (en forma teórica) las regulaciones de tensión máximas obtenidas en cada sector del sistema, en función del número de abonados, su consumo promedio mensual (Kwh/mes/consumidor) y de la longitud y calibre de los ramales. Cabe aclararse que este cuadro da solamente las regulaciones de voltaje a nivel de alta tensión, ya que consideramos no hace falta determinar la regulación de tensión en las redes de distribución secundarias por cuanto, la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. frente a las deplorables condiciones de tensión de servicio que tenían los usuarios, decidió ajustar los bobinados del lado de alta tensión de todos los transformadores tanto de servicio público como particular, para una tensión de 1.850 voltios, consiguiéndose con esto, bandas adecuadas de tensión en baja, con las fuertes regulaciones en alta tensión existentes.

Explicación del Procedimiento.-

Todas las líneas se asume operarán a un factor de potencia del 0.986 inductivo (ver demostración correspondiente). Cada ramal se lo ha dividido en secciones con sus límites localizados en los siguientes puntos:

- 1.- Central Generadora.
- 2.- Derivación del Troncal.
- 3.- Cargas industriales importantes.
- 4.- Centros poblados.
- 5.- Derivaciones importantes de los ramales principales.
- 6.- Cambios de calibres de los conductores.

Los cálculos de caída de tensión se han efectuado sobre la base de considerar al sistema como balanceado y esto es correcto según lo comprueban las lecturas de carga tomadas en la Central Guangopolo, al origen del Troncal de distribución en estudio. En efecto, la fase menos cargada (V) del sistema tiene un 91% de la carga promedio de las 3 fases y la fase más cargada (U) tiene alrededor del 105% de la carga de ese promedio.

Columnas 1 y 2.-

Comenzando por el punto más alejado de un ramal principal, se designa la sección a ser considerada por las letras -

correspondientes a los puntos previamente marcados en el Diagrama del circuito para indicar los límites de las secciones. Por ejemplo "2AC1 - 2AC4" designa la línea monofásica compuesta por las - fases A y C, entre los puntos 1 y 4 del ramal principal que sirve a la Zona de Carga 2.

Columna 3.-

Muestra el número de consumidores existentes en la sección.

Columna 4.-

Esta columna muestra el número de consumidores localizados detrás de la sección considerada, de los cuales por tal motivo su corriente de alimentación total circulará por este tramo de línea.

Columna 5.-

Muestra el número equivalente de consumidores que se suplen a través de la sección considerada. Los valores de esta columna se obtienen por la adición del número total de consumidores de la columna 4 más la mitad del número de consumidores de la columna 3.

Columna 6.-

Esta columna muestra el consumo promedio en Kwh/Mes/Consumidor del sector considerado.

Columna 7.-

Los KW pico de demanda de esta columna son deducidos en base al consumo de los usuarios del sector (Kwh/Mes/Consumidor) y su número, utilizando el método aplicado y deducido de observaciones reales, por REA (Rural Electrification Administration), el mismo que lo detallaremos en el Capítulo que trata sobre la proyección de la demanda. Incluye el consumo correspondiente al alumbrado público.

Columna 8.-

Son demandas máximas de ciertas cargas especiales (per lo general industrias y entidades oficiales) a la hora pico del sistema, localizadas dentro del sector considerado.

Columna 9.-

Son demandas máximas de las cargas especiales, a la hora pico del sistema, localizadas fuera del sector considerado.

Columna 10.-

Es la demanda equivalente de las cargas especiales. Los valores de esta columna se obtienen por la suma de la demanda de la columna 9 más $\frac{1}{2}$ de la demanda de la columna 8.

Columna 11.-

Es el total de KW de demanda del sector. Estos valores

están dados por la suma de las columnas 10 más 7.

Columna 12.-

Calibre del conductor (equivalente de cobre) usado en la sección.

Columna 13.-

Indica el número de fases de la línea en la sección considerada.

Columna 14.-

Indica la tensión fase-fase del sistema, en KV.

Columna 15.-

Estos valores son tomados de la Tabla 2.2., "Factores de caída de Tensión", para el calibre del conductor, número de fases y voltaje dados en las columnas 12, 13 y 14. Su deducción se da más adelante.

Columna 16.-

Muestra la longitud total, en kilómetros, de la sección considerada.

Columna 17.-

Muestra los KW-kilómetro, que son producto de los valores de las columnas 11 y 16.

Columna 18.-

Da la caída de tensión en la sección. Esos valores se obtienen por la aplicación de la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Caída de Tensión} &= \frac{(\text{KW totales}) (\text{Km}) (\text{Fact. de C.de T})}{1.000} \\ &= \frac{(\text{Columna 17}) (\text{Columna 15})}{1.000} \end{aligned}$$

Este valor se multiplica por 2 cuando se trata de líneas de 2 fases, de un sistema trifásico Y sin neutro.

Columna 19.-

Esta columna muestra la caída de tensión en el extremo de carga de cada sección considerada, Los valores se encuentran por la suma de todas las caídas de tensión en todas las secciones situadas entre la Central y la sección considerada, incluyéndose la caída de tensión en esta sección.

Columna 20.-

Muestra el punto al que se aplica la caída de tensión calculada.

Cálculo de los Factores de Caída de Tensión (Columna 15)

La caída de tensión para caso de voltaje del emisor conocido y factor de poten--

cia atrasada, puede calcularse de la siguiente ecuación:

$$\text{Caída de tensión} = I (R \cos \varphi + X \text{ sen } \varphi)$$

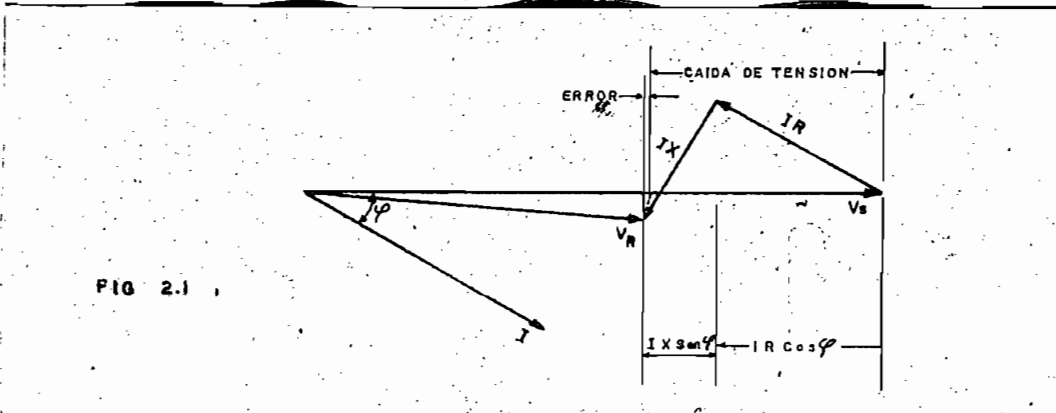
Donde I = Corriente de línea en amperios.

$\cos \varphi$ = Angulo de fase entre voltaje y corriente

R = Resistencia de la línea en ohms

X = Reactancia de la línea en ohms.

Puede verse, en el diagrama vectorial, que esta ecuación aproximada es suficientemente exacta para la magnitud y ángulo de fase de los vectores resultantes de diseños normales de sistemas.



V_s = Voltaje emisor.

V_r = Voltaje receptor

La corriente de línea puede expresarse en términos de KW y voltaje como sigue:

$$I = \frac{KW_3}{(KV) (\cos \varphi) \sqrt{3}}$$

Donde: KW_3 = Potencia del circuito trifásico en kilovatios

KV = Tensión fase-fase nominal del sistema

$\cos \varphi$ = Factor de Potencia

o cuando se trata de corriente de carga conectada a 2 fases del sistema Y sin neutro.

$$I = \frac{KW_2}{(KV) (\cos \varphi)}$$

Donde: KW_2 = Potencia del circuito de 2 fases.

KV = Tensión fase-fase

$\cos \varphi$ = Factor de Potencia

La caída de tensión porcentual:

$$CT = \frac{\text{Caída de tensión en voltios}}{\text{Voltaje nominal del sistema}} \times 100$$

Reemplazando:

$$CT = \frac{I (R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{KV \times 1.000} \times 100$$

Caso trifásico:

$$CT = \frac{KW_3 (R \cos \varphi + X \sin \varphi) (S)}{\frac{KV^2}{\cos^2 \varphi} \times 1.000} \times 100$$

Caso de 2 fases de 1 sistema trifásico:

$$CT = \frac{KW_2 \times 2 (R \cos \varphi + X \sin \varphi) (S)}{\frac{KV^2}{\cos^2 \varphi} \times 1.000}$$

Donde: R = Resistencia en ohms por fase por Km. de línea.

X = Reactancia en ohms por fase por Km. de línea.

S = Longitud de la línea en Kms.

Designemos como factor de Caída de Tensión

(FCT) al siguiente:

$$\frac{R \cos \varphi + X \operatorname{sen} \varphi}{\frac{2}{KV \times \cos \varphi}} \times 100$$

Las ecuaciones para CT, resultan:

Caso trifásico: $\frac{(KW_3) (S) (FCT)}{1.000}$

Caso de 2 fases de un sistema trifásico: $\frac{(2 KW_2) (S) (FCT)}{1.000}$

La Tabla 2.1. da los valores de Resistencia y Reactancia por fase por Km. de línea, tomados a una separación entre fases = 1m (3' 3"), que es la que se tiene en nuestro sistema.

La Tabla 2.2. da los valores del Factor de Caída de Tensión (FCT) para los casos trifásicos y de 2 fases de un sistema trifásico.

T A B L A 2.1

RESISTENCIA & REACTANCIA DE CONDUCTORES

Ohms por fase por Km. de línea

Tamaño de Cond. Equivalente, COBRE	R	Xa	Xd	Xa + Xd = X (3 ϕ)
1	0.374	0.348	0.089	0.437
2	0.52	0.357	0.089	0.446
4	0.829	0.370	0.089	0.459
6	1.32	0.38	0.089	0.469

T A B L A 2.2

FACTORES DE CAIDA DE TENSION

Tamaño de Cond. Equivalente, COBRE	F.C.T. (Cos ϕ = 0.986)
1	8.40
2	11.15
4	17.00
6	26.20

2.2.1.1.c. Cálculo de los Parámetros del Sistema.-

Datos:

I) Demanda máxima coincidente de los usuarios Residenciales, Comerciales y Alumbrado Público del sistema:

a) Para las Zonas de Carga 1 a 4: 284.8 KW

b) Para la Zona de Carga 5 : 19.2 KW

Demanda máxima Coincidente Total

(R; C y A.P. del sistema) 298.1 KW

II) Demanda máxima debida a cargas industriales y Especiales, determinada por censo en el terreno:

- Sector Hospital Siquiátrico: 20.0 KW
(Zona de Carga 4)

- Sector Conocoto 85.0 KW
(Zona de Carga 1)

- Sector San Rafael 5.0 KW
(Zona de Carga 3)

TOTAL COINCIDENTE INDUSTRIAL & ESPECIALES: 110.0 KW

III) Se tiene lecturas de carga tomadas en la Central, en febrero/69:

U : 138 A.

V : 121 A. $I_p = \frac{399}{3} = 133 A.$

W : 140 A.

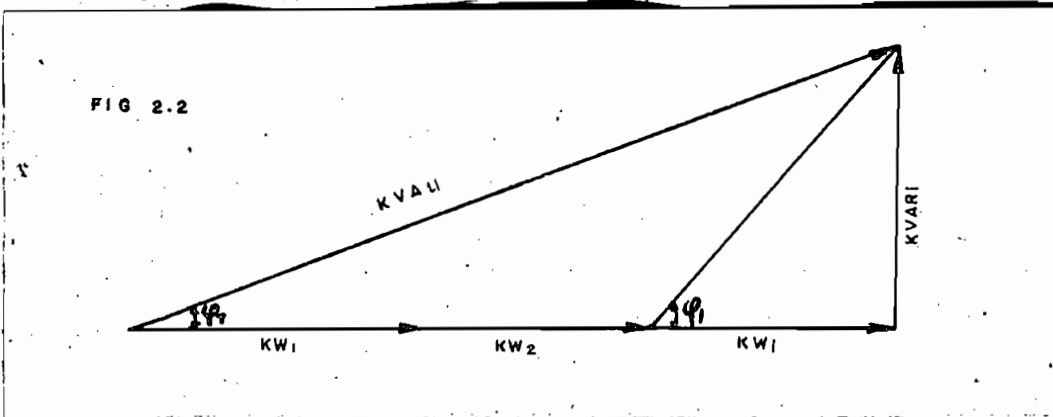
$$I_v\% = \frac{121}{133} \times 100 = 91\%$$

$$I_w\% = \frac{140}{133} \times 100 = 105\%$$

Se lo puede considerar un sistema equilibrado ya que no se tienen diferencias de más del 20% entre la mínima corriente de fase y el promedio, ni entre la máxima corriente de fase y ese promedio --
(REA, bulletin 45-1)

$$P = \sqrt{3} \times 2.310 \times 133$$
$$= 532 \text{ KVA}_{t1}$$

Esta demanda máxima coincidente (KVA_{t1}) se reparte así:



KW_1 = Potencia efectiva debida a los consumidores residenciales, comerciales y A.P. (coincidente)

KW_2 = Potencia efectiva debida a las pérdidas totales del sistema.

KW_i = Potencia efectiva de la carga industrial total.

KVAR_1 = Potencia reactiva de la carga industrial total.

KVA_{t1} = Potencia aparente total del sistema.

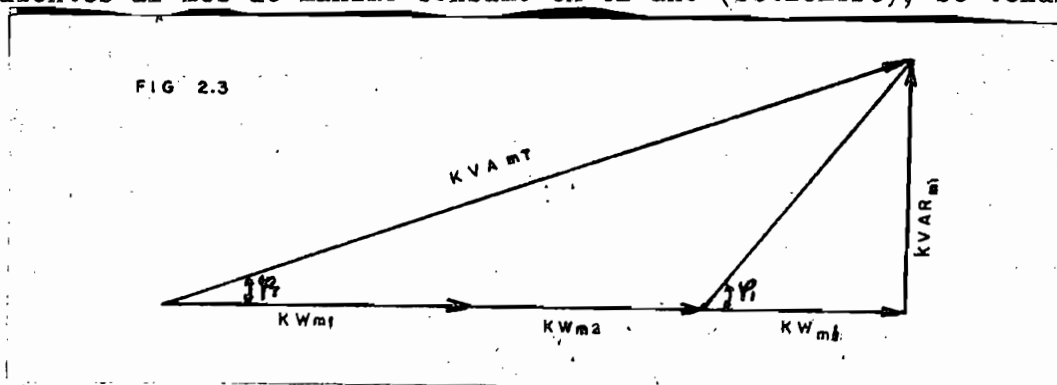
$\cos \phi_1 = 0.8$ por tratarse de carga inductiva casi en su totalidad.

Por otra parte, según los registros de consumo, el del mes de febrero en el período 1.965 - 1.968, representa aproximadamente sólo el 96% del consumo del mes de máxima demanda (setiembre).

Por lo tanto, sin que se cometa un error muy grande, se tiene:

$$P \text{ Máx. anual} = 532 \times 1.04 = 553 \text{ KVA}_{MT}$$

Como los parámetros de I y II son máximos anuales, o sea correspondientes al mes de máximo consumo en el año (setiembre), se tendrá:



Donde las designaciones:

KVA_{mT}

KVA_{t1}

KW_{m1}

KW_1

KW_{m2} son correspondientemente:

KW_2 del diagrama

KW_{mi}

KW_i anterior

$KVAR_{mi}$

$KVAR_i$

Pero cuyos valores corresponden ahora a la Potencia máxima aparente (KVA_{mT}), la que a su vez corresponde al mes de máximo consumo anual (y consecuentemente de máxima demanda).

$$KW_{m1} = 298.1 \text{ KW.}$$

$$MW_{m2} = ?$$

$$KW_{mi} = 110 \text{ KW}$$

$$KVAR_{mi} = ?$$

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= 0.8; & \operatorname{tg} \varphi_1 &= 0.75 \\ \operatorname{tg} \varphi_1 &= \frac{KVAR_{mi}}{KW_{mi}} & &= 0.75 \\ KVAR_{mi} &= \frac{110}{82.5} & & \end{aligned}$$

$$KVA_{mT} = 553 \text{ KVA}$$

Cálculos:

$$(298.1 + KW_{m2} + 110.0)^2 + \overline{82.5^2} = \overline{553^2}$$

$$(408.1 + KW_{m2})^2 + 6.806 = 305.809$$

$$166.546 + 816 KW_{m2} - 132.457 = 0$$

$$KW_{m2} = -816 \pm \frac{665.856 + 529.828}{2}$$

$$KW_{m2} = -408 \pm 298.250 = -408 + 29.82 \times 10^4 = -408 + 546.0 = 138.$$

$$KW_{m2} = 138.0 \text{ KW}$$

$$\text{Potencia de Pérdidas} = 138.0 \text{ KW} = KW_{m2}$$

Cabe anotarse que en este parámetro se involucra, dentro de la nominación general de "Pérdidas", los siguientes renglones:

- Autoconsumo de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.
- Robos, contrabandos, etc.
- Posibles errores de lectura y facturación
- Pérdidas propiamente dichas en el sistema (pérdidas en el hierro y en el cobre).

El $\text{Cos } \ell$ total que se aplicará a todo el sistema Guangepelo-Conecete:

$$\text{Cos } \ell_t = \frac{298.1 + 138.0 + 110.0}{553} = \frac{546.1}{553} = 0.986$$

$$\text{Cos } \ell_T = 0.986$$

La potencia Total Entregada al Sistema Guangepelo-Conecete estará confirmada por la suma de los siguientes parámetros:

- a) Demanda máxima coincidente de los usuarios residenciales, comerciales y alumbrado público del sistema.
- b) Demanda total industrial y especial del sistema.
- c) Pérdidas de potencia totales en el sistema (incluye: autoconsumo E.E."Q" S.A., robos, contrabandos, etc., errores de lectura y facturación; pérdidas propiamente dichas).

Los parámetros a) y b) son conocidos; el parámetro c) total también es conocido, pero nos interesa ahora no su valor total (138.0 KW)

sino solamente la parte correspondiente al sistema Guangopole-Co-
necoto, servida por el troncal trifásico principal. Por lo tanto,
estas pérdidas vendrán determinadas por la diferencia entre las -
totales conocidas y las que se suscitan en la Zona de Carga 5 --
(Sector Guangopolo)

De acuerdo a estimaciones hechas para el Sector 5 a la hora de -
máxima demanda, la corriente de carga produce unas pérdidas de po-
tencia del orden de 2.0 KW totales. Adoptaremos este valor y conse-
cientemente se tendrá:

Pérd. de Pot. Sistema Guangopolo-Conocoto (Zonas de Carga 1-4) =
138.0 - 2.0 KW : $P_p = 136.0$ KW.

Entonces, la Potencia total entregada al Sistema, a la hora pico,
será:

$$P_t = 284.8 + 110.0 + 136.0 = 530.8 \text{ KW.}$$

$$P_t = 530.0 \text{ KW.}$$

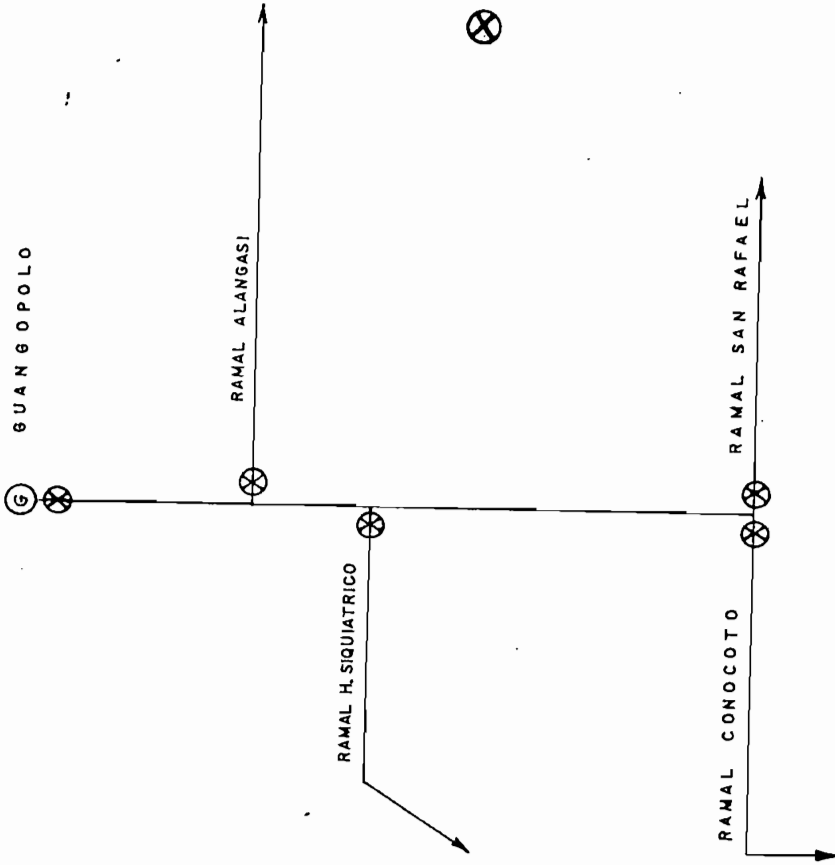
Con los datos y valores numéricos hasta aquí obtenidos, se ha ela-
borado el Cuadro 2.5, resumen de todo este estudio de regulación
de tensión y pérdidas de potencia totales en el sistema Guangopo-
le-Conocoto.

Cabe hacerse ciertas aclaraciones y dar algunos conceptos de ca--

rácter general, relacionados con la exposición hecha bajo este acápite:

- 1.- Las tomas de lecturas de carga sobre los diferentes ramales Principales del Sistema no son simultáneas para cada uno de ellos ya que por dificultades de disponibilidad de personal esto no fue posible, pero en todo caso, son lecturas tomadas dentro del período de tiempo comprendido entre las 18;30 y 19;30. Estas corresponden al día martes 25 de febrero de 1.969. Son esas las horas y el día en los que por experiencia de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., se suscita el pico máximo diario y semanal de carga del sistema.
- 2.- Estos valores de demanda máxima (semanal) pueden tomarse como los de máxima mensual, pero ya no como de máxima demanda anual. Por estudios de desarrollo del consumo en el Valle de Los Chillos, se concluye que el mes de máximo consumo (y teóricamente de máxima demanda) está alrededor de Agosto-Septiembre y es superior al actual en un 4 - 6%.
- 3.- El diagrama N° 2.2 muestra los sitios de toma de lecturas de carga en los diferentes puntos del sistema,
- 4.- Las lecturas de carga tomadas son en amperios. Para su correspondiente traducción a KVA. (Cuadro N° 2.2) se han utili--

CENTRAL
GUANGOPOLO



LE Y E N D A

⊗ Sitio de toma de lecturas de carga

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
TESIS DE GRADO

SISTEMA DE DISTRIBUCION RURAL
GUANGOPOLO-CONOCOTO

PUNTOS DE TOMA DE LECTURAS
DE CARGA

PREPARO:	FECHA:	ESCALAS:
REVISO:	FECHA:	ESCALAS:

zados los valores de tensión teóricos existentes en cada punto de toma, calculados en el acápite "Calidad de Servicio" y mostrados en el Cuadro N° 2.5 "Caídas de Tensión y Pérdidas de Potencia" de este Sistema.

2.2.1.1.d Pérdidas en el Sistema.-

En el Cuadro N° 2.5 "Caídas de Tensión y Pérdidas de Potencia en el Sistema Guangopolo-Conocoto", se aprecia objetivamente las condiciones de regulación de tensión existentes en puntos determinados en el sistema, así como las pérdidas de potencia por efecto Joule que se suscitan en los diferentes tramos de cada ramal.

El cálculo de las pérdidas de potencia como tales, no tiene mayor significado dentro del estudio de la calidad del servicio que brinda el sistema. Es más importante determinar el significado económico que tales pérdidas tienen para la Empresa encargada de su administración.

Conociendo la forma en que varía diariamente la carga del sistema, la que en último término representa a las corrientes circulantes, puede establecerse la curva correspondiente de los cuadrados de dichas corrientes, proporcional a las pérdidas de potencia $I^2 R$ en la línea. En el diagrama N° 2.5 se consigna la curva típica de

carga diaria del sistema (para el día martes 25 de febrero de 1.969) y la correspondiente de I^2 .

Las lecturas de carga son tomadas en la Central de Guanguapolo, en amperios, en lapsos de una hora.

Calculados los factores de Carga y de Pérdidas se obtiene:

$$F_c = 62.6\%$$

$$F_p = 41.5\%$$

Compararemos estos valores que son propios de nuestro sistema analizado, con aquellos experimentales consignados en textos afines.

Los párrafos y gráfico a continuación son tomados del libro ELECTRIC TRANSMISSION AND DISTRIBUTION, de B. STROTZKY, capítulo 9, - Páginas 405-406.

La siguiente ecuación empírica simplifica grandemente el hallar el valor del factor de pérdidas a partir de un factor de carga conocido:

Factor de Pérdidas = $0.7 (\text{Factor de Carga})^2 + 0.3 (\text{Factor de Carga})$. La figura 2.4 muestra la curva correspondiente a la ecuación empírica enunciada:

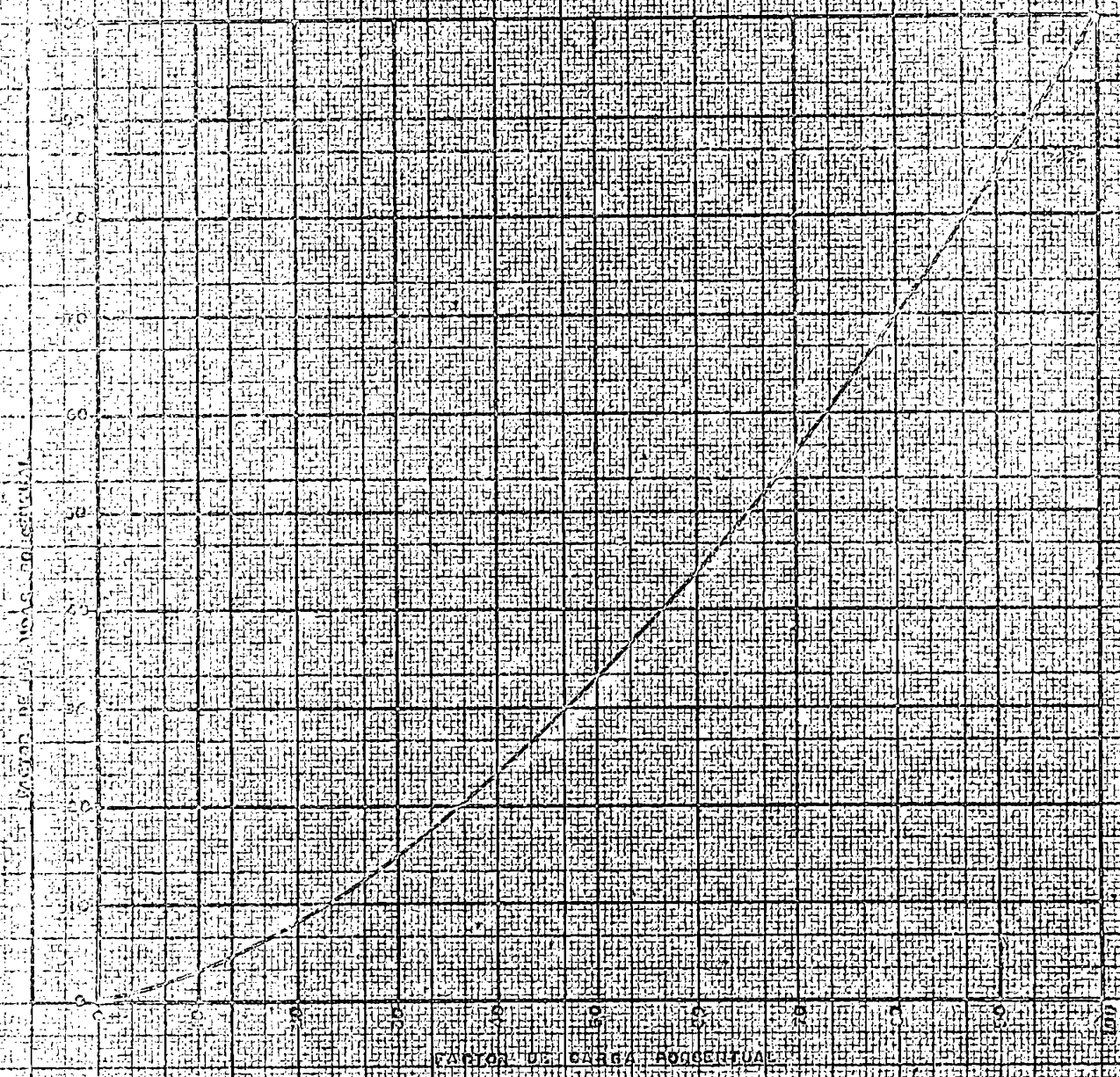
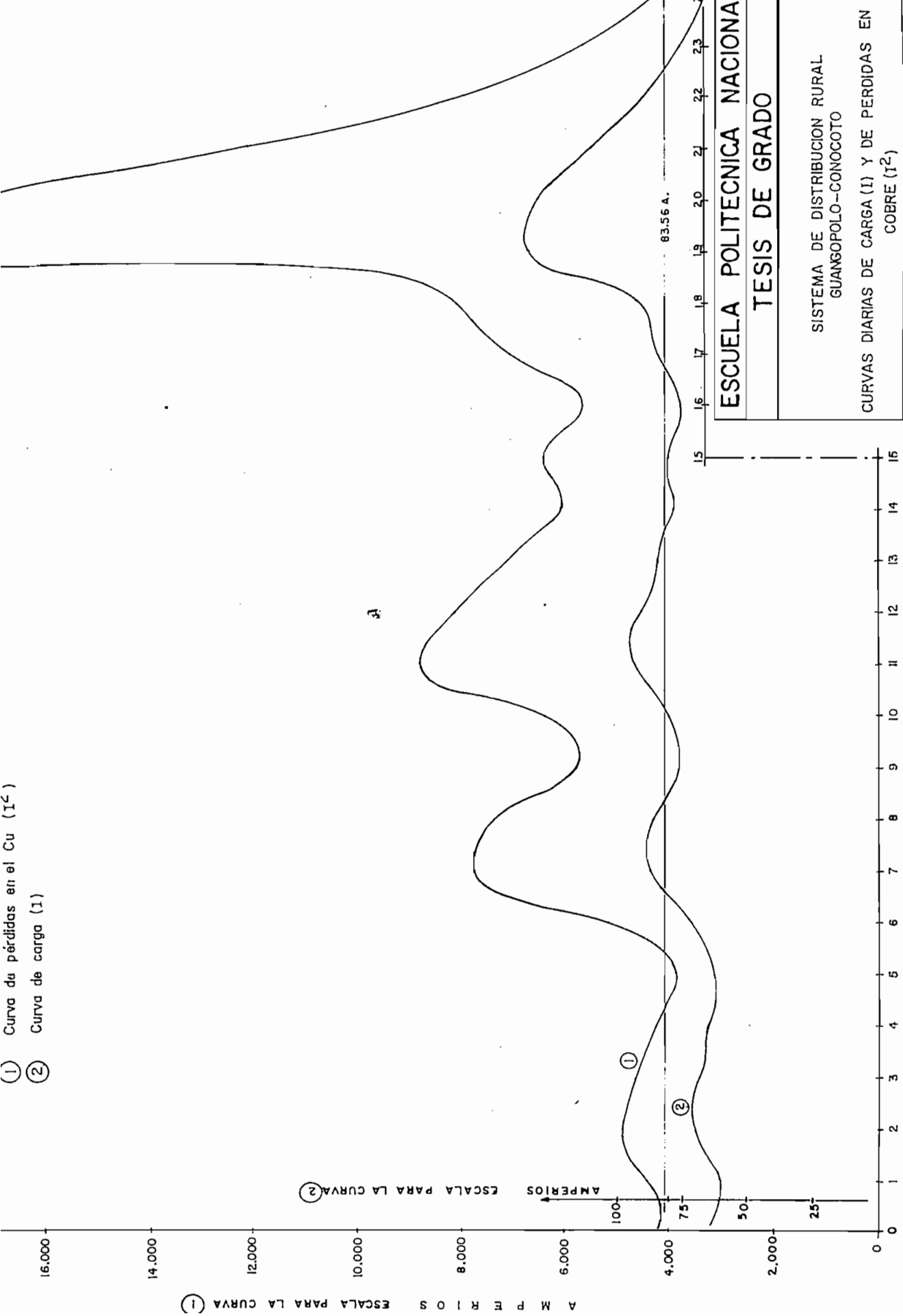


FIG. 2.4. RELACION APROXIMADA ENTRE EL FACTOR DE CARGA Y EL FACTOR DE PERDIDAS EN EL COBRE PARA LA GENERALIDAD DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION.

- ① Curva de pérdidas en el Cu (I^2)
- ② Curva de carga (1)



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 TESIS DE GRADO

SISTEMA DE DISTRIBUCION RURAL
 GUANOPOLO--CONOCOTO

CURVAS DIARIAS DE CARGA (1) Y DE PERDIDAS EN
 COBRE (I^2)

PREPARO:	FECHA: ENERO-1971
REVISO:	FECHA:
ESCALAS: INDICADAS	

Por lo tanto, nuestro valor de $F_p = 0.415$ es bastante ajustado al de un sistema de distribución promedio.

Del diagrama N° 2.5, que muestra la curva diaria típica de carga y correspondiente de pérdidas en el cobre, se han deducido los factores de Carga y de Pérdidas por efecto Joule, partiendo de la lectura de I de carga total del sistema a lo largo de las 24 horas del día.

Hora	Valores de I .	Correspondientes valores de I^2
1	60	3.600
2	70	4.900
3	68	4.624
4	65	4.225
5	62	3.844
6	72	5.184
7	88	7.744
8	86	7.396
9	76	5.776
10	80	6.400
11	94	8.836
12	90	8.100
13	84	7.056
14	78	6.084
15	80	6.400

Hora	Valores de I.	Correspondientes Valores de I ²
16	75	5.625
17	84	7.056
18	91	8.281
19	133	17.689
20	131	17.161
21	110	12.100
22	89	7.921
23	75	5.625
24	<u>65</u>	<u>4.225</u>
	2.006	175.852

$$\frac{2.006}{24} = 83.56 \text{ A.}$$

$$\frac{175.852}{24} = 7.328$$

$$\frac{83.56}{135 \text{ A.}} = 0.626$$

$$\frac{7.328}{17.689} = 0.415$$

$$F_c = 62.6\%$$

$$F_p = 41.5\%$$

Se determinaron las pérdidas de potencia máximas (correspondientes a la hora pico de carga) en 138.0 KW (Ver demostración) y por otro lado se tiene el Factor de Pérdidas de 0.415. Cabe aclararse que en la potencia indicada se incluye la de instalaciones que la Empresa Eléctrica mantiene en la zona. Esta, a la hora de pico seguramente representó unos 2.000 Watts utilizados sólo en alumbrado, ya que - conocemos con certeza que no se tuvo la operación de ningún equipo de fuerza; por lo tanto haremos la respectiva reducción:

$$F_p = \frac{I^2_{\text{promedio}}}{I^2_{\text{máximo}}} = \frac{\text{Pérdidas Promedio } I^2 R}{\text{Pérdidas Máximas } I^2 R}$$

Reemplazamos:

$$0.415 = \frac{I^2 (\text{promedio}) \times R}{136.0}$$

$$I^2 (\text{promedio}) \times R = 56.4 \text{ KW}$$

Esta es una potencia de pérdidas equivalente que se mantiene constante a lo largo de las 730 horas del mes para producir una pérdida de energía igual a la que produciría la potencia máxima de pérdidas en un tiempo T equivalente.

Para arribar a las pérdidas anuales de energía deberíamos disponer de una curva anual de carga y su correspondiente factor de carga - anual.

Desafortunadamente no contamos con este dato sino tan sólo con esporádicas lecturas de demanda máxima y poquísimas lecturas diarias de carga.

Con los elementos de que disponemos y sin que cometamos un error - muy grande podemos llegar al resultado apetecido.

Se tienen los siguientes valores de factor de carga diario durante una semana del mes de febrero/69.

Domingo	0.587	
Lunes	0.599	
Martes	0.626	
Miércoles	0.643	Fcp = 0.624 (Factor de Carga Promedio)
Jueves	0.618	
Viernes	0.650	
Sábado	0.643	

A falta de datos precisos, utilizaremos este Fcp = 0.624 como --
Fcp anual.

Como es conocida la máxima pérdida de potencia anual (136.0 KW) se
tiene:

Para Fcp anual = 0.624 \Rightarrow Fpp anual = 0.413 (Equivalente aproximado
para este nuevo Fcp = 0.624).

Luego:

$$Ppp \text{ anual} = 136.0 \times 0.413 = 56.17 \text{ KW.}$$

Esta es la potencia que acarrea unas pérdidas de energía totales -
durante las 8.760 horas del año.

$$\text{Pérdidas de Energía anuales} = 56.17 \times 8.760 = 492.049 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Prorratedo por mes: } \frac{492.049}{12} = 41.000 \text{ Kwh.}$$

Al promedio de S/ 0,50/ Δ wh que vende la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.

la energía en el Valle, son :

$41.000 \times 0,50 = \text{\$/} 20.500,00$ que esta Empresa deja mensualmente de percibir.

En porcentaje:

Energía Util Total/Mes : $(546.1 - 136) \times 0.624 \times 730 = 186.809$ Kwh/
mes Total.

$$\% \text{ Pérdidas de energía} = \frac{41.0}{186.81} \times 100 = 21.94\%$$

2.2.1.1.e. C o n c l u s i o n e s . -

Las características negativas del sistema: su estado físico general, calidad y continuidad del servicio prestado al usuario y finalmente las pérdidas económicas que acarrea su funcionamiento a la Empresa Eléctrica encargada de su administración, hacen de éste un sistema poco apto para enfrentar la creciente demanda de carga que se cierne sobre toda el área del Valle de Los Chillos.

Actualmente ya se hace difícil el atender solicitudes de servicio de nuevos clientes, inclusive industriales, con cargas apreciables so pena de empeorar esta ya crítica situación de servicio.

Esto representa un nuevo renglón de pérdidas para la Empresa ya --

que se está desperdiciando clientes que por la magnitud de su demanda y consecuente consumo, son precisamente los que hacen de la electrificación rural, una inversión rentable.

Queda pues justificado nuestro interés en efectuar el análisis general de este sistema ya que así se ha demostrado su estado de obsolescencia, inoperancia y antieconomía de servicio.

2.2.1.2 SISTEMA UYUMBICHO - AMAGUAÑA.-

2.2.1.2.a. Alcance y Magnitud del Sistema.-

La población de Amaguaña, por su ubicación al extremo sur del Valle, se halla relativamente aislada del grupo central de poblaciones, hecho que de manera directa ha influido sobre la forma del suministro de energía eléctrica al sector.

En efecto, separa a esta población de Conocoto una distancia de unos 9 Kms., distancia que en consideración a la carga a servirse y tensión de transporte no se justificaba cubrirla con un ramal derivado del sistema Guangopolo-Conocoto, que en la zona es el más cercano de propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.; por otra parte, muy cercana a la población de Amaguaña, separada de ésta por una distancia de poco más de 1.000 metros, se halla Uyum--

bicho, centro poblado perteneciente al cantón Mejía cuyo servicio eléctrico proviene del sistema cantonal de Machachi.

La solución lógica al problema consistió en extender, a expensas de la Empresa Eléctrica "Quito", una corta línea trifásica entre Uyumbicho y Amaguaña para el servicio de esta última, previos los arreglos de orden económico y administrativo entre esta Empresa y la Municipal de Machachi a cuyo cargo corre el suministro de energía eléctrica en el cantón Mejía.

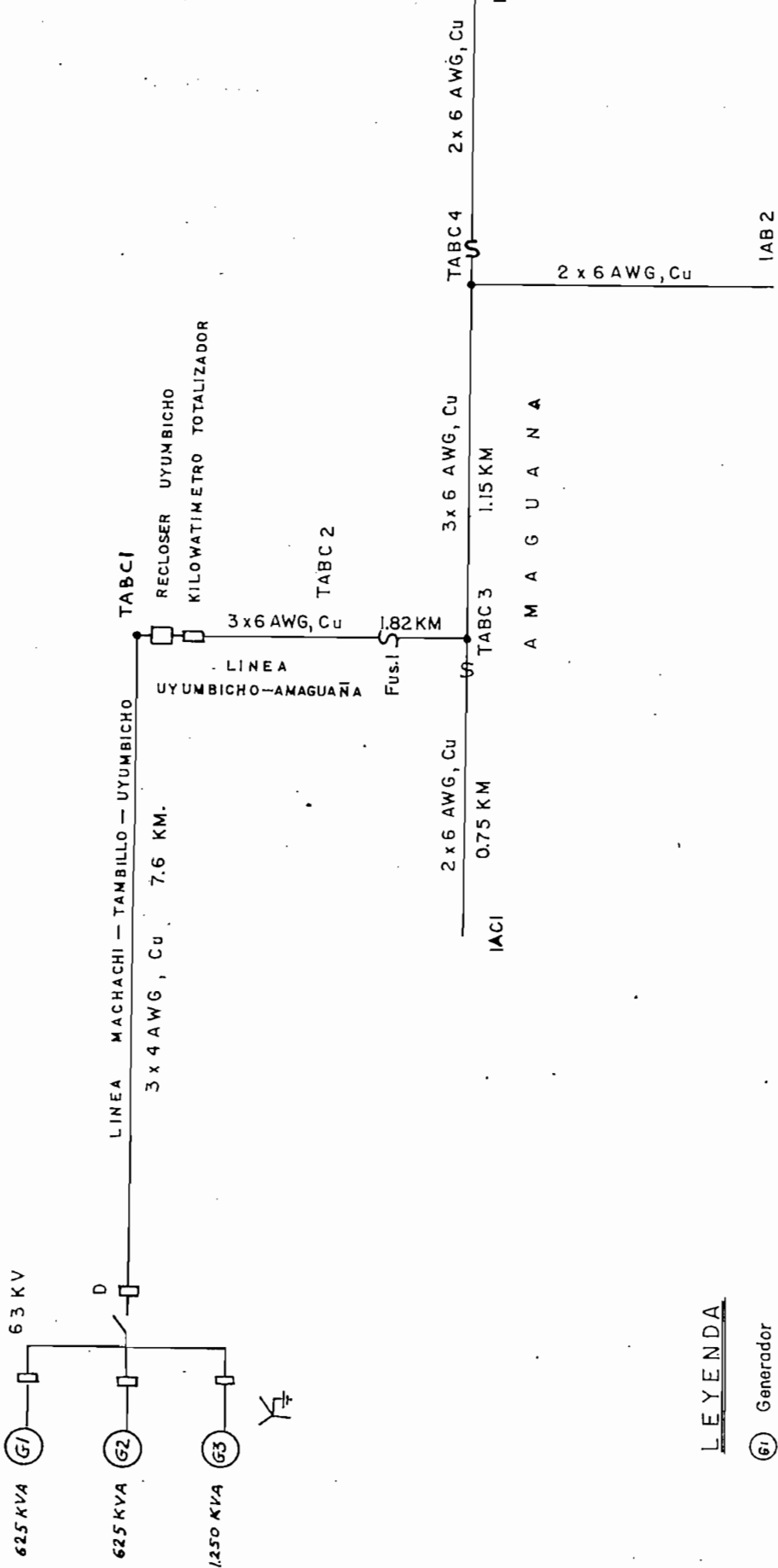
Este sistema cubre el servicio en un área poblada aproximadamente por 5.800 habitantes, concentrándose 1.800 de ellos en el único centro poblado de la zona: Amaguaña.

El número total de clientes servidos asciende a 353, contándose entre ellos 4 pequeños industriales de muy bajo consumo.

El mes de máximo consumo (localizado alrededor de setiembre-octubre) arroja un total de 11.775 Kwh, deduciéndose de esto, pues un consumo promedio por abonado de aproximadamente 33.4 Kwh/Mes.

Contándose el consumo por Alumbrado Público, este promedio anterior sube a 56.0 Kwh/Mes/Co.

La carga existente en transformadores en este sistema se distribuye así:



LEYENDA

- (G) Generador
- Disyuntor de troncal
- ~ Fusible de protección del ramal

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 TESIS DE GRADO

SISTEMA DE DISTRIBUCION RURAL UYUMBICHO -
 --AMAGUANA
 DIAGRAMA ELECTRICO UNIFILAR DEL SISTEMA

PREPARO:	FECHA:
REVISO:	FECHA:
	ESCALA:

Servicio Público : 104.2 KVA (7)

Servicio Particular: 34.0 KVA (2)

Servicio Industrial: No existe

Total: 138.2 KVA (9)

Las características generales del sistema se las puede resumir así:

Fuente de Generación : Central Hidroeléctrica de Machachi.

Tensión de transporte y

distribución primaria : 6.3 KV Y sin neutro.

Tensión de Servicio : 210/121 y 120/240 voltios.

Demanda máxima total : 78.0 KW.

El diagrama N° 2.6 y el cuadro 2.6 bosquejan el panorama general del sistema, en sus aspectos físico y de servicio.

Una vez descrito el sistema, pasaremos a analizar sus condiciones de servicio, para como en el caso anterior, sacar conclusiones que nos permitan evaluar su comportamiento frente a las necesidades de los consumidores.

2.2.1.2.b Condiciones de Servicio.-

Siguiendo el sistema adoptado, primero analizaremos las condiciones en que se presta el servicio

eléctrico, desde sus dos aspectos: continuidad y calidad.

Continuidad.-

El diagrama N° 2.6 indica la ubicación y características generales del equipo de protección contra sobrecorrientes existente.

Como nuestro interés se circunscribe sólo a aquella parte del sistema que corresponde al cantón Quito, lo estudiaremos a partir de su arranque, en la población de Uyumbicho.

Sin necesidad de efectuar un estudio minucioso, pueden citarse ciertos defectos en la concepción general del sistema de protección, que son aparentes, y que podrían comprometer el buen desempeño de su operación:

a) Nuestro criterio es que en la derivación TABC2 - TABC3, del troncal trifásico, se debió contar con un elemento de protección, de modo que cualquier falla que ocurra en este tramo no se despeje (como está diseñado para que suceda actualmente) por el fusible 1 (Ver diagrama N° 2.6) ya que esto acarrearía el bloqueo innecesario del servicio a los usuarios que se sirven del ramal TABC2 - TABC1 y del tramo comprendido entre el fusible 1 y el punto TABC2 del troncal.

- Igualmente pensamos, es necesaria la instalación de un elemen

to protectorio en el ramal TABC4 - 1AB2, porque al igual que en el caso anterior, una falla en cualquier punto de este tramo se despejaría por el fusible 1, ampliando el área de bloqueo y sus consecuencias a la totalidad de los usuarios de la población de Amaguaña.

- b) Como el dimensionamiento de los fusibles de ramal obedece a sólo a la magnitud de la corriente circulatoria de carga, puede no existir una correcta coordinación entre ellos.

La protección de los transformadores se la efectúa a través de fusibles dimensionados de acuerdo a su capacidad aparente (KVA).

Durante parte del recorrido de la línea troncal de alimentación desde su origen, en la Central de Machachi, hasta la población de Tambillo (9 Km), se la protege contra descargas atmosféricas por medio de un conductor aéreo de tierra; pero luego, desde este punto en adelante, la línea carece de esta protección, quedando por lo tanto totalmente expuesta a la acción de los rayos.

La protección de los transformadores se la ejecuta por medio de pararrayos localizados directamente sobre ellos, en los mismos postes que los sustentan, inclusive en los mismos distritos urbanos edificados, en los que las líneas aéreas quedan menos expues

tas a las descargas atmosféricas.

Calidad.--

Hemos visto que la calidad de servicio está fundamentalmente relacionada con los niveles de tensión de servicio al usuario; por lo tanto, como en el caso anterior, calcularemos en los diferentes puntos del sistema, las máximas regulaciones obtenibles a la hora pico (de máxima demanda).

Para esto recurriremos nuevamente al sistema de cálculo de la demanda máxima a partir de datos conocidos sobre el número y clasificación de los clientes y sus consumos mensuales a lo largo del año.

En el Cuadro N° 2.6 se sintetizan las más importantes características del sistema en lo que se relaciona con los clientes, su consumo y demanda máxima coincidente, factores de los que partimos para efectuar el estudio teórico de la calidad de servicio en este sistema:

Cabe anotarse que si bien existen 4 clientes industriales, en el referido Cuadro no se los discrimina de los generales comerciales y residenciales, ya que sus consumos mensuales son tan pequeños (alrededor de 200 Kwh/Mes/Co.) que prácticamente puede considerarse que su aporte a la demanda pico total no

es mayor que la de un conjunto formado por 4 clientes residenciales con un consumo promedio de 200 Kwh/Mes/Co.

Bajo estas consideraciones tendremos entonces que la demanda máxima coincidente de los 353 clientes, incluido el consumo por Alumbrado Público es:

$$D \text{ máx.} = \underline{78.00 \text{ KW}}$$

Por otra parte, como no se cuenta con datos precisos sobre la repartición geográfica de los consumidores, asumiremos una repartición teórica de la carga de acuerdo a la capacidad de los transformadores de distribución, a partir de la población de Uyumbicho que es donde se halla localizado el Kilowatímetro totalizador del consumo de todo este sistema.

La capacidad total en transformadores en servicio es:

$$\text{Cap. Total} = 138.2 \text{ KVA}$$

repartido así:

3 transformadores de 5 KVA	Servicio Público
1 transformador de 10 KVA	" "
1 " de 12 KVA	" "
1 " de 31.2 KVA	" "

- 1 Transformador de 36 KVA Servicio Público
- 1 Transformador de 24 KVA Servicio Particular
- 1 Transformador de 10 KVA Servicio Particular

Podríamos adoptar igual Factor de Potencia que para el Sistema Guangepolo - Cenocoto, esto es

$$\underline{F.P. = 0.986}$$

Con este parámetro ya determinado y la demanda máxima coincidente del sistema, que vimos era de 78.0 KW., se tendrá una potencia aparente

$$Pa = 79.0 \text{ KVA}$$

valor que, frente a la capacidad total (también aparente) en transformadores en el sistema, nos da

$$\frac{79.0}{138.2} \times 100 = 57.0\% \text{ de carga}$$

Aquí haremos otra suposición y es la de que todos los transformadores del sistema están cargados al 57% de su capacidad nominal a la hora de máxima demanda, sean estos de servicio público o particular.

El factor de Caída de Tensión (Ver "Columna 15", página 99) para conductor 6 AWG, cobre; tensión primaria de distribución 6.3 KV entre fases y $\cos \phi = 0.986$, calculado por la ecuación:

$$F.C.T. = \frac{R \cos \varphi + X \operatorname{Sen} \varphi}{\overline{KV}^2 \cos \varphi} \times 100$$

donde R = Resistencia en ohms por fase por Km. de línea.

X = Reactancia en ohms por fase por Km. de línea.

KV = Tensión compuesta del sistema

$\cos \varphi$ = Factor de Potencia del sistema

nos da:

$$F.C.T. = 3.5$$

Las fórmulas que nos dan la caída de tensión (en porcentaje)

son las mismas que fueron empleadas en estudio anterior.

Caso Trifásico:

$$C.T. = \frac{KW_3 (R \cos \varphi + X \operatorname{Sen} \varphi) (S)}{\overline{KV}^2 \cos \varphi \times 1.000} \times 100$$

Caso de dos fases de un

sistema trifásico:

$$C.T. = \frac{2 KW_2 (R \cos \varphi + X \operatorname{Sen} \varphi) (S)}{\overline{KV}^2 \cos \varphi \times 1.000} \times 100$$

donde:

KW_3 = Potencia del circuito trifásico, en Kilowatios.

KW_2 = Potencia del circuito monofásico (dos fases de un sistema trifásico), en KW.

S = Longitud de la línea en Kms.

Los demás parámetros son los mismos que para la fórmula anterior del Factor de Caída de Tensión.

Combinando las dos ecuaciones (FCT y CT), resulta:

Caso trifásico:

$$CT = \frac{F.C.T. \times KW_3 - Km.}{1.000} = \frac{Columna 15 \times Columna 17}{1.000}$$

Caso de dos fases de un sistema trifásico:

$$CT = \frac{2 F.C.T. \times KW_2 - Km.}{1.000} = \frac{2 \times Columna 15 \times Columna 17}{1.000}$$

El cálculo de las caídas de tensión en el sistema secundario de distribución de la población de Amaguaña, creemos no hace falta efectuarlo desde luego que se cuenta con datos directamente obtenidos en el terreno por lecturas de tensión en varios puntos y a la hora pico, a más de una encuesta realizada personalmente entre un elevado número de clientes asimismo ubicados en diferentes puntos del sistema y dotados de gran variedad de utensilios electro-domésticos.

De estas lecturas y encuesta resulta claro el hecho de que las tensiones de servicio en baja, a la hora en que se suscita la máxima demanda, son aceptables para casi todos los aparatos de uso común (radios, iluminación, etc.), y sin que se comprometa

la integridad de los mismos al momento de mínima carga, por la consecuente elevación de la tensión en el sistema.

2.2.1.2.c. Pérdidas en el Sistema.-

Como dijimos anteriormente, lo interesante es determinar las pérdidas de energía mensual ó anual que se suscitan en el sistema, y su correspondiente traducción a sucres.

En este caso, la determinación de las pérdidas de energía es mucho más sencilla que lo que fue para el sistema Guangopolo-Co-nocoto. En efecto, en la población de Uyumbicho, en el punto de partida de la línea primaria de alimentación del sistema de Ama guaña se tiene un kilowatímetro totalizador de toda la energía consumida en este sistema, la misma que comprende los siguientes conceptos:

- Energía Facturada (consumo de clientes con medidor: Comerciales; Residenciales; Indus triales).
- Energía consumida en alumbrado público
- Autoconsumo (de la E.E. "Q".S.A.)
- Pérdidas de energía en el sistema
- Contrabandos, robos, etc.

Por otro lado, tenemos como datos conocidos los siguientes:

- Energía Facturada
- Energía consumida en alumbrado público
- Autoconsumo

desconociéndose los dos últimos componentes de la energía total consumida en el sistema y que justamente es aquella por la cual, la Empresa Eléctrica "Quito" deja de percibir remuneración alguna.

Luego, es evidente que la diferencia aritmética entre Kwh registrados por el kilowatímetro totalizador (en cualquier período determinado de tiempo, que por disponibilidad de datos y factibilidad de estudio puede ser de 1 mes) y la total de los tres parámetros (Consumo Facturado, consumo A.P., autoconsumo), resulta ser la energía perdida mensual.

De la siguiente tabla de consumos, preparada para un período de seis meses, se puede sacar un promedio aplicable para todo el año. Vale aclararse que no se ha tomado, como sería lógico, el comienzo del período de registro en el mes de enero porque para entonces se tenían sobre el sistema dos grandes clientes industriales, los mismos que a partir del mes de marzo dejaron de

pertenecer a éste para comenzar a servirse desde su propia fuente de energía. Con esto hemos conseguido registrar los consumos en un período estable desde el punto de vista del número de clientes y consumos.

Mes	Kwh Totales	Kwh Factu rados	Kwh por A.P.	Diferencia Kwh Pérdi- das.
Marzo	18.954	11.434	5.100	2.420
Abril	17.498	10.940	5.100	1.458
Mayo	19.240	11.050	5.100	3.090
Junio	19.604	11.100	5.100	3.304
Julio	20.410	11.850	5.100	3.460
Agosto	20.950	12.205	5.100	3.645
Total :	116.656	68.579	30.600	17.377

$$\text{Porcentaje de Pérdidas} = \frac{\text{Kwh de pérdidas}}{\text{Kwh Totales}} \times 100 = \frac{17.377}{116.656} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de Pérdidas} = 14.9\%$$

En este porcentaje están incluidas las provenientes de las dos fuentes de pérdidas,

- a) Pérdidas por efecto de Joule en el sistema,
- b) Pérdidas por robos, contrabandos, errores de facturación, etc.

Ahora bien, si nos atenemos a los cálculos de regulación de tensión consignados en el Cuadro 2.7 y a las lecturas de tensión en el sistema secundario de distribución, puede con seguridad pensarse que un elevado porcentaje de las pérdidas totales encontradas corresponden al renglón de contrabandos, robos, etc., siendo por lo tanto de especial interés para la Empresa Eléctrica encargada del servicio, el hallar una fórmula ó sistema que le permita ejercer mayor control sobre este aspecto lo cual, a no dudarlo, redundará en su propio beneficio.

El costo total de las pérdidas:

Si adoptamos el precio de venta promedio de la energía a \$/ 0,50/
Kwh, se tendrá:

$$17.377 \times 0,50 = \$/ 8.689,00 \text{ en seis meses.}$$

La pérdida económica mensual:

$$$/ 1.448,00$$

2.2.1.2.d. Conclusiones.-

Si bien las condiciones generales del sistema: su estado físico, características de servicio al usuario y pérdidas de energía, no se las puede calificar de críticas, en cambio por otro lado su operación no representa para la Empresa Eléctrica "Quito" una fuente de ingresos apropiada

da a la magnitud de la inversión, gastos de operación y mantenimiento, gastos generales, etc., mas bien por el contrario, actualmente estos costos superan los ingresos por energía vendida, siendo evidente que su operación representa para esta Empresa, una continua fuente de pérdidas económicas, imponiéndose por lo tanto la búsqueda de una solución adecuada al problema expuesto.

2.2.2. SISTEMAS ELECTRICOS SECTOR DEL CANTON RUMIÑAHUI.

2.2.2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCION SANGOLQUI.-

El área del Valle de Los Ohillos correspondiente al cantón Rumiñahui se halla servida única y exclusivamente por el sistema de distribución Sangolquí, de propiedad de la Empresa Eléctrica Municipal de Rumiñahui. Las poblaciones incluidas en este sistema y que se localizan en el Valle, son:

Sangolquí (capital del cantón), San Rafael, San Pedro, Capele, Sta. Rosa y Sta. Clara.

La población total del área oscila alrededor de los 20.000 habitantes, de la que 2.250 personas se constituyen en clientes del servicio eléctrico.

La fuente de abastecimiento del sistema es la Central Hidroeléctrica de Sangolquí, con una capacidad generadora total de 800 - KW, distribuidos entre 4 grupos, cada uno de 200 KW.

La tensión de distribución primaria es de 4.160 voltios, a tres fases, con 1 conductor de protección.

La capacidad existente en transformadores se distribuye así:

Servicio Público: 1.101 KVA (44)

Servicio Particular: 142 KVA (16)

Servicio Industrial: 250 KVA (3)

Capacidad Total en
transformación : 1.493 KVA (63)

Otras características del sistema son:

Demanda máxima coincidente: 790 KW.

Consumo Total mensual promedio: 186.550 Kwh.

Consumo promedio por cliente : 83 Kwh/Mes/Co.

(incluido el A.P.)

2.2.2.1.a Estado Actual del Sistema y Características del Servicio.-

De acuerdo con datos suministrados por INECEL, el servicio que actualmente se presta a las poblaciones de Sangolquí San Rafael, San Pedro y Cotochea, presentan regulaciones de ten-

sión en el sistema secundario de distribución, a nivel de acomoda al cliente, entre el 40 y el 45%, contribuyendo a esta situación el mal estado físico general del sistema.

En cambio, las nuevas urbanizaciones del sector, San Rafael, Capello, Sta. Rosa y Sta. Clara gozan de un adecuado servicio eléctrico, en primer lugar porque se trata de redes nuevas, construídas con buen criterio técnico y en segundo lugar porque existe una mayor concentración de carga en los pueblos primeramente nombrados.

En cuanto a la capacidad disponible en generación, los 800 KW actuales podrían ser suficientes por lo menos para atender las necesidades presentes del área si no fuera porque el régimen hidrológico del río San Pedro, su fuente de energía, hace que en los meses de verano (junio a octubre) disminuya notablemente su caudal de agua, reduciéndose proporcionalmente la capacidad de generación en la Central, haciéndose en esas condiciones imposible el atender la demanda de energía, que para empeorar la situación, en esos meses se halla incrementada por el aumento de la población debido al período de vacaciones escolares en la ciudad de Quito.

2.2.2.1.b C o n c l u s i o n e s . -

Es al Municipio de Rumiñahui a quien corresponde pensar desde ya en ampliar esa capacidad de generación, si quiere hallarse en condiciones de poder brindar un servicio adecuado a sus usuarios futuros, cuyo número crece día a día y cada vez con mayor celeridad.

2.3 SOLUCIONES AL SERVICIO ADOPTADAS

2.3.1 GENERALIDADES

Analizadas ya las características de operación de cada uno de los sistemas de distribución del Valle de Los Chillos, queda en evidencia la necesidad de buscar desde ya, soluciones al problema de suministro eléctrico a la zona, pues, mientras para éste se perfila con futuro de expansión tanto en el plano socio-económico como poblacional, aquellos se vuelven progresivamente insuficientes, abarrotados y obsoletos ahondándose vertiginosamente la diferencia entre la demanda de carga y la capacidad de servicio, incremento de pérdidas de energía y empobrecimiento de las relaciones Empresa-Consumidor.

La Empresa Eléctrica "Quito" S.A. así lo ha comprendido y ha dado ya los primeros pasos tendientes a aliviar esta estrechez de servicio, pero únicamente en el sistema Guangopolo-Conocoto, donde la situación es más crítica.

El primer intento de encarar este problema consistió en seccionar el sistema original (esquemático en el Diagrama 2.4) a través del suiche en aceite localizado en la Bocatoma de la Central Guangopolo, en Conocoto. Con esto se constituyeron ya dos sistemas de distribución separados con otras tantas fuentes de energía indepen-

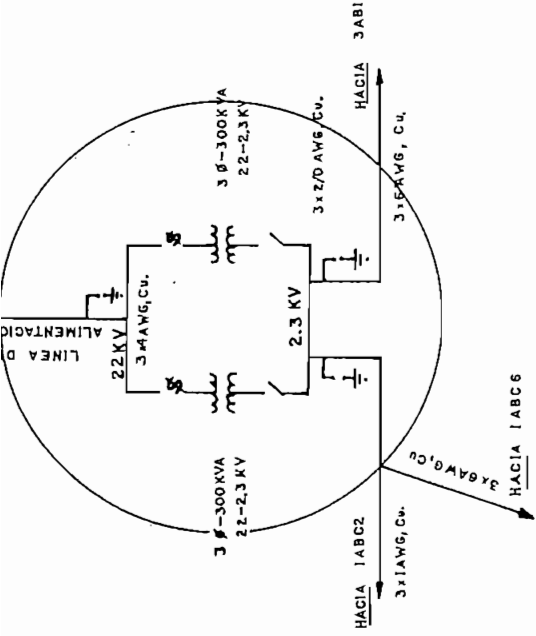
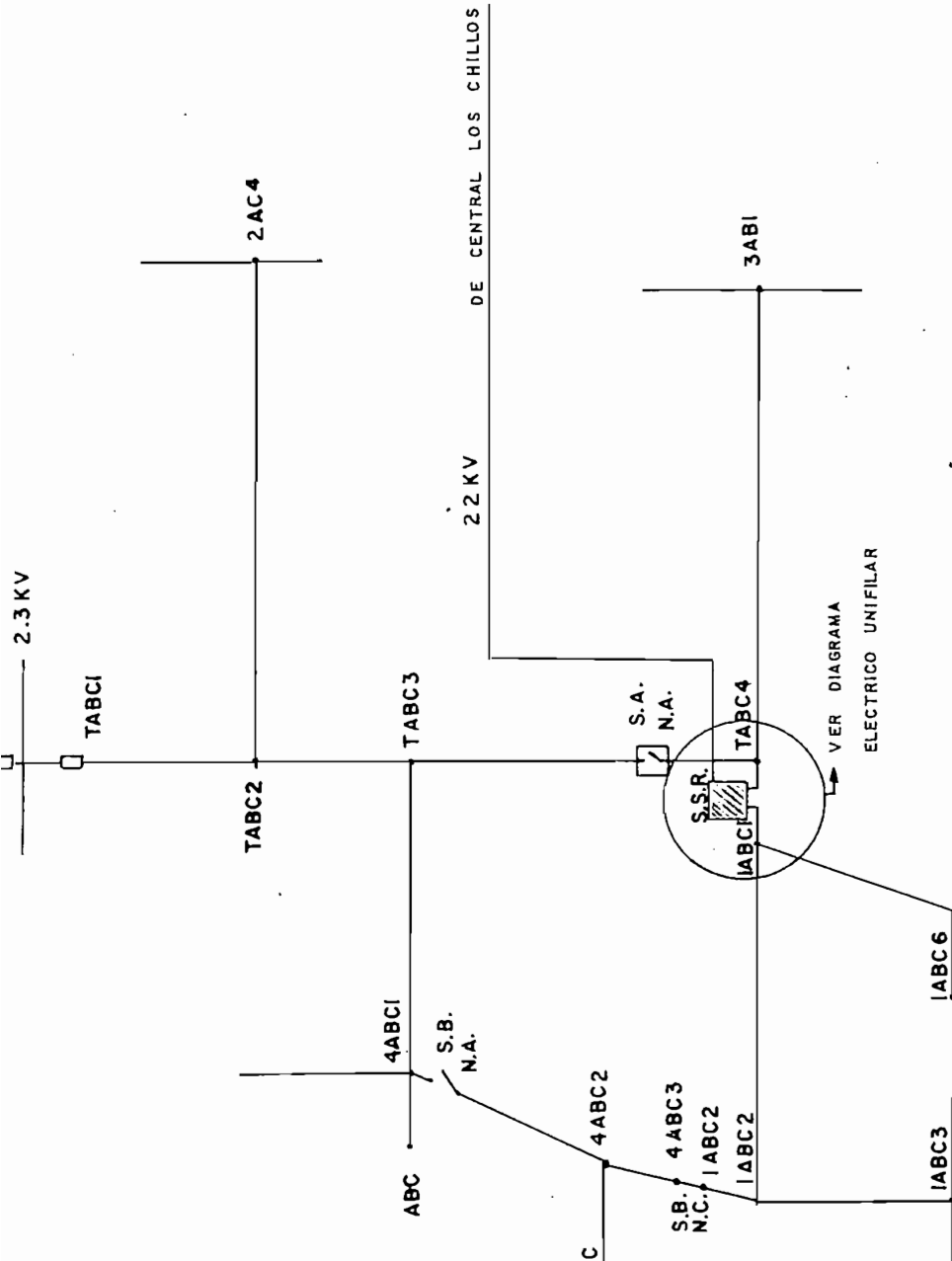


DIAGRAMA ELECTRICO UNIFILAR DE LA SUBESTACION PROVISIONAL SAN RAFAEL

1-1372

LEYENDA

- (G) Generación hidráulica, Gpelo.
- Subestación provisional de distribución rural, San Rafael
- Switch en aceite normalmente abierto
- Seccionador de barra, normalmente abierto (o cerrado)
- S.B. N.A. (N.C)

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
TESIS DE GRADO

SISTEMAS DE DISTRIBUCION RURAL
GUANGOPOLO Y CONOCOTO
DIAGRAMAS DE LOS SISTEMAS Y ELECTRICO UNIFILAR
DE LA SUBESTACION PROVISIONAL
SAN RAFAEL

PREPARO:	FECHA:
REVISOR:	FECHA:
	ESCALA:

dientes (diagrama 2.8)

A continuación se detallan las características sobresalientes de cada sistema.

2.3.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION GUANGOPOLO.-

Este sistema, que lo hemos denominado "Sistema Guangopolo" tiene como fuente de alimentación la Central Hidroeléctrica de Guangopolo, toma el servicio de las Zonas de Carga 2 y 5 en su totalidad y en forma parcial el de la Zona 4. Sirve además a todas aquellas cargas localizadas a lo largo del Troncal-Principal Guangopolo-Conocoto.

El número total de clientes generales (C&R) servidos ascenderá en el mes de setiembre 1.971 (de máximo consumo anual) a unos 500 aproximadamente, calculados de acuerdo a las estimaciones de crecimiento del número de abonados, cuyo detalle se da en el acápite --

3.3.3.1a. Además sirve una carga localizada, debida a clientes especiales (Entidades Estatales), sector del Hospital Siquiátrico -- (Zona de Carga 4).

La demanda máxima coincidente prevemos se distribuirá así, en 1.971:

Zona de Carga 2 100 KW

Zona de Carga 5 40 KW

Zona de Carga 4 50 KW

Troncal, tramo TABC1-TABC4 10 KW.

2.3.3 SISTEMA DE DISTRIBUCION SAN RAFAEL.-

Alimenta este sistema - la Subestación Provisional "San Rafael" que se localiza en las cer canías de la población de Conocoto. Cubre el servicio de las Zonas de Carga 1 y 3 en su totalidad y complementa el de la Zona ee Car- ga 4.

El número total de clientes generales (C&R) servidos ascenderá, en agosto de 1.971 a unos 1.200, determinados de la misma manera que para el sistema Guangopolo.

De este sistema se sirven las cargas industriales más importantes del sector, con una demanda máxima conjunta estimada de 150 KW.

La demanda útil máxima coincidente del sistema se estima, para — 1.971, en unos 620 KW aproximadamente, distribuidos así:

Zona de Carga 1	450 KW
Zona de Carga 3	100 KW
Zona de Carga 4	70 KW

2.3.4 SUBESTACION PROVISIONAL "SAN RAFAEL".-

La Subestación Provi- sional "San Rafael" está constituida por dos transformadores trifá sicos de 300 KVA cada uno, de relación 22-2.3 KV. Su alimentación en alta tensión la toma de la línea de transmisión Los Chillos- -

Quito, propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.

La tensión secundaria de la subestación (2.3 KV) obedece exclusivamente a razones económicas, ya que así se evitaron costosos cambios de aislamiento de las líneas primarias originales y además se seguirá utilizando los mismos transformadores y equipo de distribución, sin que se precise ninguna nueva inversión por este concepto.

En realidad, como lo expresamos anteriormente, este voltaje primario de distribución es totalmente inadecuado para servicio rural; pero como la finalidad específica de esta nueva subestación es la de brindar solución estrictamente temporal al problema de baja calidad de servicio que se tiene en el sistema original Guangopolo-Conocoto, entonces se imponía el efectuar una inversión justificable frente a la magnitud de la solución propuesta.

Por este motivo, en el diseño de la subestación tomó prioridad el criterio económico. Así, con una inversión estimada de unos \$ 150.000,00 aproximadamente, se habrá conseguido mejorar notablemente el servicio al sector a más de aumentar los ingresos de la Empresa por concepto de energía vendida y ahorro por disminución de pérdidas en el sistema.

2.3.5 CONCLUSIONES.-

El hecho de no haberse emprendido desde ya en

el programa de suministro eléctrico definitivo al sector obedece - fundamentalmente a factores de orden económico, ya que necesaria-- mente un programa consciente de electrificación rural debe ser de carácter integral y a plazo mas ó menos largo, pues en ello estri-- ba la economía del sistema, y tal programa involucra grandes inver-- siones en equipo de distribución, redes de distribución nuevas, -- primarios, etc., gastos que temporalmente la Empresa no puede efec-- tuar.

En todo caso, el hecho de contar ya con dos sistemas independien-- tes de distribución ha disminuído en gran medida la estrechez de - servicio que se venía soportando desde tiempo atrás, a más de ence-- rrar las pérdidas de energía y regulaciones de tensión dentro de - márgenes mas ó menos aceptables, al menos temporalmente, ya que en un próximo futuro, las exigencias de la carga otra vez nos obliga-- rán a emprender en la búsqueda de otras soluciones para los nuevos y cada vez mayores problemas del servicio.

En el caso del sistema Uyumbicho - Amaguaña, el problema, más que de calidad, es por antieconomía de servicio. No nos corresponde el dictar fórmulas para llegar a la solución del problema. Simplemen-- te lo exponemos y será la Empresa de servicio quien arbitre las me-- didas administrativas que el caso reclame.

En el área cantonal de Rumifiahui, no se tienen por el momento programas que tiendan a ampliar la capacidad de servicio ó a mejorarlo, de modo que la solución lógica al problema eléctrico del sector parece ser única y exclusivamente el servicio eléctrico integrado del Valle, a través del sistema de distribución a proponerse.

C A P I T U L O III

PROYECCION DE LA DEMANDA EN EL VALLE DE LOS CHILLOS.-

3.1 DEMANDA HASTA 1.969.-

3.1.1 ANTECEDENTES.

A fin de visualizar en una forma objetiva el proceso de electrificación desarrollado en el Valle de Los Chillos en años anteriores y con el objeto de determinar ciertos índices que nos servirán de base para nuestras estimaciones del servicio futuro, se ha preparado el presente estudio estadístico en lo que se relaciona con los aspectos demográfico y de electrificación, del Valle de Los Chillos.

Para el caso del área correspondiente al Cantón Quito, las fuentes de información las constituyen: por una parte la Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica, para todo lo relacionado a población y su desarrollo, y por otro, la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., para el asunto facturación de consumos y clientes. En este último caso, el período de estudio se reduce al lapso 1.963-1.969 por cuanto, para años anteriores a 1.963, los archivos de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. ya no guardan suficiente confiabilidad en sus datos. En todo caso creemos que el hecho de haber seguido durante 7 años el curso de la electrificación de la zona, nos dará datos estadísticos de suficiente

valor.

Para el caso del área del cantón Rumiñahui, nos hemos valido asimismo de datos proporcionados por la Junta de Planificación en lo que se relaciona a población, y de Inecel y de la Empresa Eléctrica Municipal de Rumiñahui para lo relacionado a parámetros eléctricos, clientes, etc.

3.1.2. SECTOR CANTON QUITO.-

3.1.2.1. DATOS ESTADISTICOS.

3.1.2.1a. POBLACION.-

El desarrollo poblacional del Valle de los Chillos se da en el cuadro 3.1, y cubre el período 1.960-1.975. -
Datos proporcionados por la Junta de Planificación.

3.1.2.1b. EDIFICACIONES.-

El crecimiento de las construcciones, -
estimado para el área en estudio, se da en el cuadro 3.2. También se trata de datos suministrados por la Junta de Planificación. Es de particular interés conocer las previsiones que se tienen sobre este aspecto ya que nos servirá de base para evaluar la demanda -
prograsiva de carga debido al crecimiento de posibles puntos de -
consumo. Cabe anotarse que dentro de estas previsiones no se involucran aquellos programas de construcción de urbanizaciones, loti

CUADRO 3.3 A B O N A D O S

A Ñ O	C O N O C C O T O	A L A N G A S I	G U A N G O P O L O	A M A G U A Ñ A	T O T A L
1.963	411	226	65	288	990
1.964	469	251	68	300	1.088
1.965	513	264	71	312	1.160
1.966	579	274	75	324	1.253
1.967	618	291	80	336	1.325
1.968	677	300	84	349	1.410
1.969	719	317	88	358	1.482

zaciones, etc., los cuales serán objeto de estudio aparte.

3.1.2.1c. ABONADOS GENERALES.-

La variación del número de abonados generales en el período 1.963-1.969, se da en el Cuadro 3.3. Estos datos se han tomado de los archivos de clientes de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.

Se refiere a todos aquellos abonados comerciales y residenciales de todas las tarifas que la Empresa mantiene en el área.

3.1.2.1d. CARGA INDUSTRIAL INSTALADA.-

Se da para el período 1.955-1.969. Igualmente se trata de datos tomados de los archivos de la Empresa. Se consignan en el Cuadro 3.4.

3.1.2.1e. CLIENTES ESPECIALES.-

Son generalmente organizaciones estatales y municipales: colegios, escuelas, entidades de servicio social, etc. En el cuadro 3.5 consta la nómina de estos abonados. Sólo del año 1.969 ha sido posible obtener el dato de su carga instalada, por censo personal en el terreno. La Empresa Eléctrica "Quito" S.A. no mantiene un récord de cargas de este tipo de clientes.

C U A D R O 3.4 CARGA INSTALADA INDUSTRIAL. Valle de Los Chillos (Sector Cantón Quito)

A Ñ O C L I E N T E S C A R G A I N S T A L A D A

-KW-

1.955	4	26.5
1.956	4	26.5
1.957	5	30.8
1.958	6	31.3
1.959	7	35.3
1.960	7	39.3
1.961	8	40.3
1.962	8	40.3
1.963	10	64.9
1.964	12	125.0
1.965	12	125.0
1.966	13	170.0
1.967	14	264.0
1.968	17	275.0
1.969	17	275.0

C U A D R O 3.5 CARGAS ESPECIALES . Valle de Los Chilllos. Sector Cantón Quito.

A DICIEMBRE/69

C L I E N T E S I N S T I T U C I O N C A R G A I N S T A L A D A

Entidades Autónomas

Colonia Altura, IERAC, Colonia Ma chala, Escuela Rotaria, Hospital Siquiátrico, Servicio Cooperativo de Agricultura (Estación Experi-- mental.

Gobierno

Dirección de Fomento Forestal (Es tación Experimental), Escuela del Ministerio de Educación, Escuela Abelardo Flores, Tenencia Políti-- ca, Escuela A. Coello, Escuela --- Teodoro Wolf, Escuela Pedro José Arteta.

Municipio

Dispensarios Médicos, Mercado de Conocoto, Balneario La Moya, Esta ción de Bombeo de La Moya, Servi-- cios Higiénicos.

TOTAL GENERAL 190.5 KW

3.1.2.1g. DISTRIBUCION DE TARIFAS C&R CONSUMOS FACTURADOS PROMEDIO (Kwh/Mes/Co).

El cuadro 3.6 da el número de clientes y el consumo facturado promedio (en Kwh/Mes/Co) de cada cliente, para cada una de las tarifas que la Empresa mantiene en el área.

En este cuadro sólo aparecen aquellos clientes con medidor de energía más no los llamados "Fijos" o sea aquellos clientes sin este elemento de medición y cuyo consumo se lo factura de acuerdo a su carga conectada. En todo caso, este tipo especial de usuario existió en esta zona sólo hasta el año 1.966. A partir de entonces pasan ya a la tarifa R1, con medidor individual.

3.1.2.1g.- CONSUMO POR ALUMBRADO PUBLICO.-

En el cuadro 3.7 se da, para el período 1.963-1.969, la carga instalada (en KW) en alumbrado público de calles y plazas, total para todo el Valle.

3.1.2.2 BASES PARA LA DETERMINACION DE LAS DEMANDAS.-

Para la determinación de las demandas nos hemos basado en los siguientes conceptos:

- a) Considerar el grupo de consumidores Comerciales y Residenciales como homogéneos, es decir de las mismas características de consumo, factor de carga y demanda. Esto es verdad ya que la casi

C U A D R O 3.7 CARGA INSTALADA EN ALUMB. PUB. Valle de Los Chillos Sector Cantón Quito

	-KW-	-KW-	-KW-	-KW-	-KW/
1.963	12.0	15.0	1.0	12.5	40.5
1.964	13.0	15.0	1.0	13.0	42.0
1.965	15.0	15.2	1.0	13.5	44.7
1.966	20.0	15.2	1.0	14.0	50.2
1.967	22.0	15.2	1.2	14.0	52.4
1.968	23.0	15.4	1.2	14.0	53.6
1.969	26.0	15.4	1.2	14.0	56.6

totalidad de clientes comerciales del Valle tiene un tipo de carga conectada similar a la residencial: alumbrado general—mente y refrigeradoras en forma ocasional, con un régimen similar de consumo.

- b) La carga instalada en alumbrado la consideramos igual a su demanda pico y con aporte total a la hora de máxima demanda del sistema.
- c) La demanda máxima coincidente de los clientes especiales, sólo ha podido determinarse en forma aproximada, para el año 1.969. Las anteriores demandas se han establecido de acuerdo a los clientes existentes al momento y con su demanda máxima coincidente correspondiente a 1.969.
- d) La demanda máxima coincidente industrial se la ha calculado de manera similar a la de los clientes especiales (c), ya que es conocida la demanda máxima coincidente individual en 1.969 y el número de clientes existentes en cada año del período 63-69.
- e) La demanda máxima coincidente de las instalaciones propias de la Empresa Eléctrica Quito S.A., es muy difícil de ser determinada, ya que su comportamiento no obedece a un patrón previsible, pudiendo entonces ser su magnitud totalmente diferente de un día a otro, a la hora pico del sistema.

Puede en todo caso, por referencias autorizadas, decirse que -

A N O	CONSUMIDORES GENERALES (1)	ALUMBRADO PUBLICO	INDUSTRIAL ESPECIAL	E.B."Q" S.A.	T O T A L		
	(Kwh/Mes/Co)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)		
1.963	59.5	218.0	40.5	20.0	17.0	10.0	305.5
1.964	43.6	193.0	42.0	37.5	20.0	10.0	302.5
1.965	49.1	219.4	44.7	37.5	20.0	10.0	331.6
1.966	54.5	252.9	50.2	51.0	20.0	10.0	384.1
1.967	50.3	252.5	52.4	79.0	23.0	10.0	416.9
1.968	60.1	310.5	53.6	85.0	25.0	10.0	484.1
1.969	55.8	306.8	56.6	85.0	25.0	10.0	483.4

NOTA: (1) Comprende clientes de los sistemas: Guangepelo-Conocete y Amaguaña.

la máxima demanda coincidente de tales instalaciones se la podría cifrar en unos 10 KW en 1.969.

Como esta carga instalada no ha sufrido alteración desde 1.963, - adoptaremos el mismo valor pico de carga para todo el período con siderado.

f) La demanda máxima coincidente de los consumidores generales (C&R) se la ha determinado para el mes de agosto de cada año, que es el de máximo consumo.

3.1.2.3. INDICES DE ELECTRIFICACION. PERIODO 1.963-1.969.-

Con el

objeto de reducir a factores objetivos las características de la electrificación del Valle, se ha preparado el cuadro 3.9 que nos - da los índices habitantes/abonado y % edificaciones con servicio.

Se ha considerado, para determinar el porcentaje de edificios con servicio, que cada abonado corresponde a un edificio, consideración real si se piensa que aquí no se tienen casas de múltiples aparta- mentos sino por el contrario, en cada edificio se concentra sólo - un grupo familiar y por ende un sólo abonado.

3.1.3. SECTOR CANTON RUMIÑAHUI.-

3.1.3.1. DATOS ESTADISTICOS.

3.1.3.1a. POBLACION.-

C U A D R O 3.9 INDICES HABITANTES/ABONADO Y % EDIFICIOS CON SERVICIO. Valle de Los Chillos. Sector Cantón Quito

A Ñ O	HABITANTES CLIENTES	INDICES HAB/AB.	E D I F I C A C I O N E S TOTAL				% DE EDIFICIOS CON SERVICIO
			CENTROS POBLADOS PERMANENTES SEMIPER. 2 PISOS 1 PISO	ZONA R U R A L PERMANENTES SEMIPER. 2 PISOS 1 PISO			
1.963	21.584	21.8	142 444 352 160 472 2449 4019				24.6
1.964	22.063	20.3	145 456 359 164 482 2501 4107				26.5
1.965	22.539	19.4	147 463 367 167 490 2547 4181				27.7
1.966	22.966	18.3	150 471 374 171 502 2588 4256				29.4
1.967	23.404	17.7	152 480 381 173 509 2632 4327				30.6
1.968	23.818	16.9	155 487 388 177 521 2676 4404				32.0
1.969	24.230	16.3	157 492 394 180 527 2716 4466				33.2

AÑO	POBLACION URBANA (1)	POBLACION RURAL (2)
1.965	6.648	10.327
1.966	6.926	10.538
1.967	7.268	10.725
1.968	7.627	10.911
1.969	8.004	11.099
1.970	8.324	11.292
1.971	8.657	11.488
1.972	9.003	11.687
1.973	9.273	11.890
1.974	9.551	12.097
1.975	9.837	12.307

NOTAS.- (1) De Sangolquí.

(2) Incluye: Cotogchoa, Rumipamba, San Pedro, San Rafael, etc.

3.1.3.1b. EDIFICACIONES

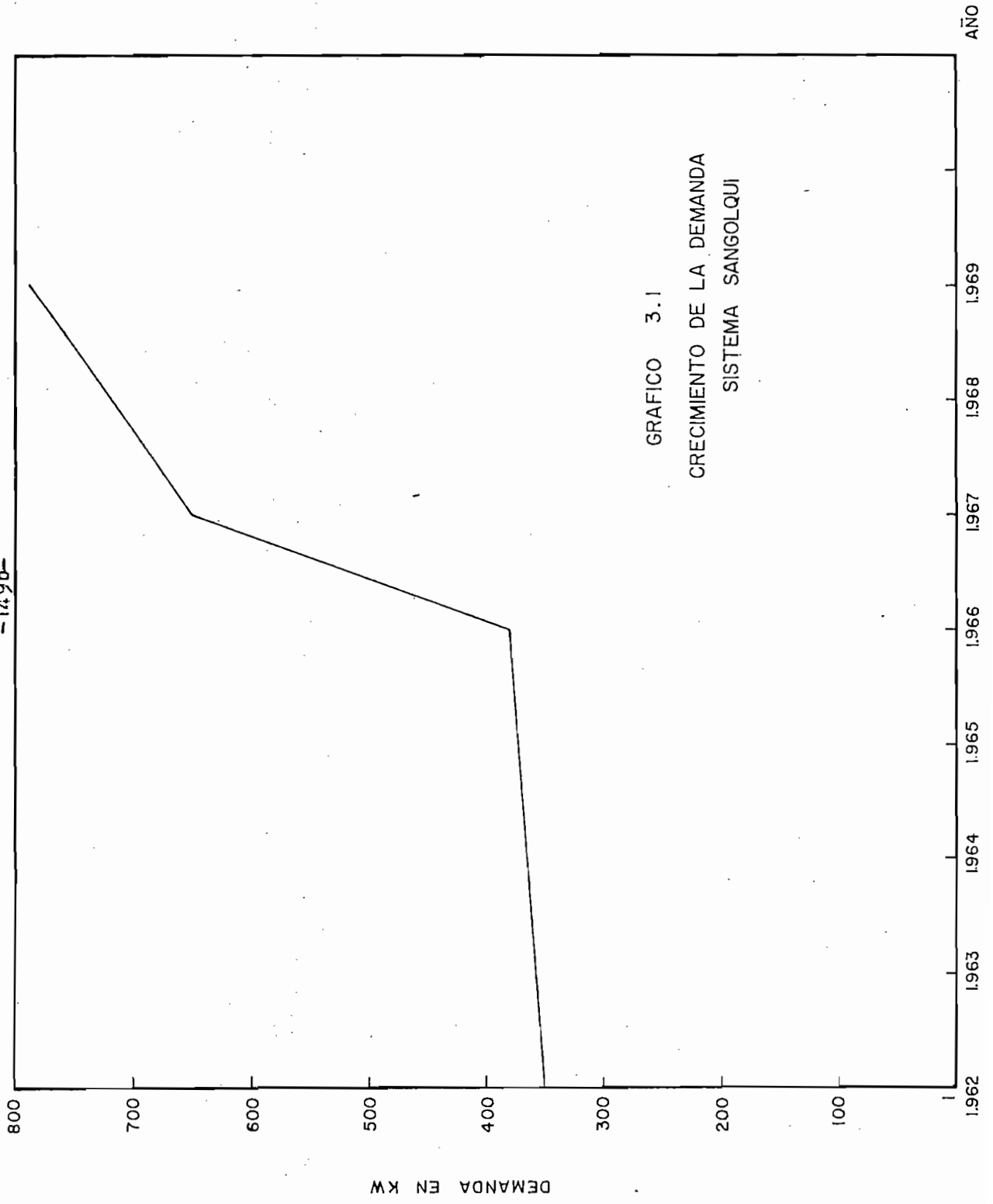
	E D I F I C A C I O N E S	
	AREA URBANA	AREA RURAL
1.965	980	1.878
1.966	1.025	1.883
1.967	1.076	1.932
1.968	1.110	1.964
1.969	1.149	1.998
1.970	1.189	2.033

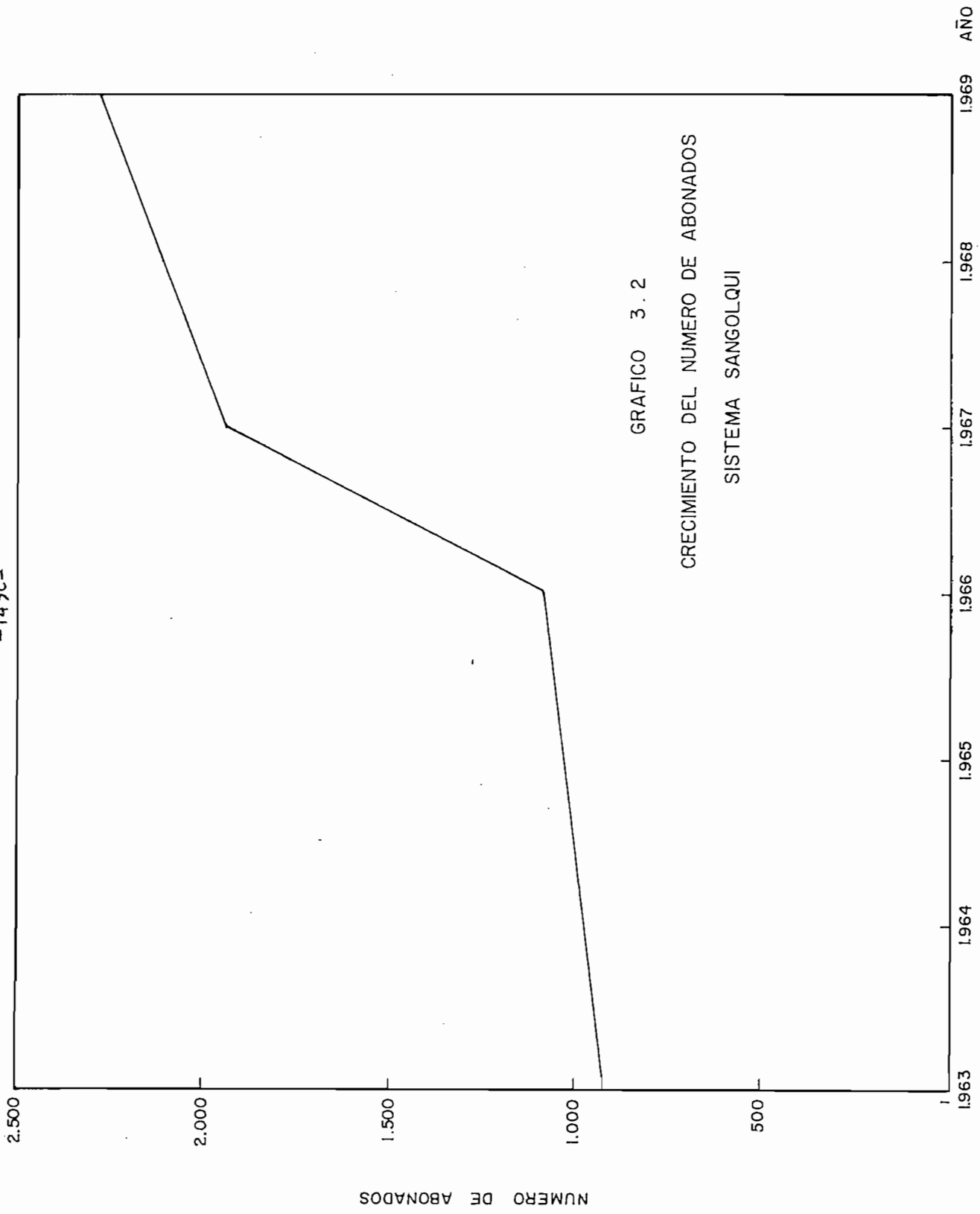
C U A D R O 3.10 PARAMETROS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE SANGOLQUI.-

	1.967	1.968	1.969
Energía Generada (Kwh)	2'960.880	3'153.600	3'390.996
Energía Vendida (Kwh)	1'717.310	1'986.768	2'238.057
$\frac{\text{Energía Vendida}}{\% \text{ Energía Generada}}$	58.0	63,0	66.0
% Energía no vendida (1)	42.0	37.0	34.0
Factor de carga anual promedio	0.52	0.50	0.49
Demanda máxima del sistema (KW)	650	720	790
Capacidad Instalada en Generación (KW)	800	800	800
Número de abonados	1.900	2.100	2.250

NOTA: (1) Incluye: Pérdidas, robos, autoconsumo, servicios gratuitos, etc.

-149b-





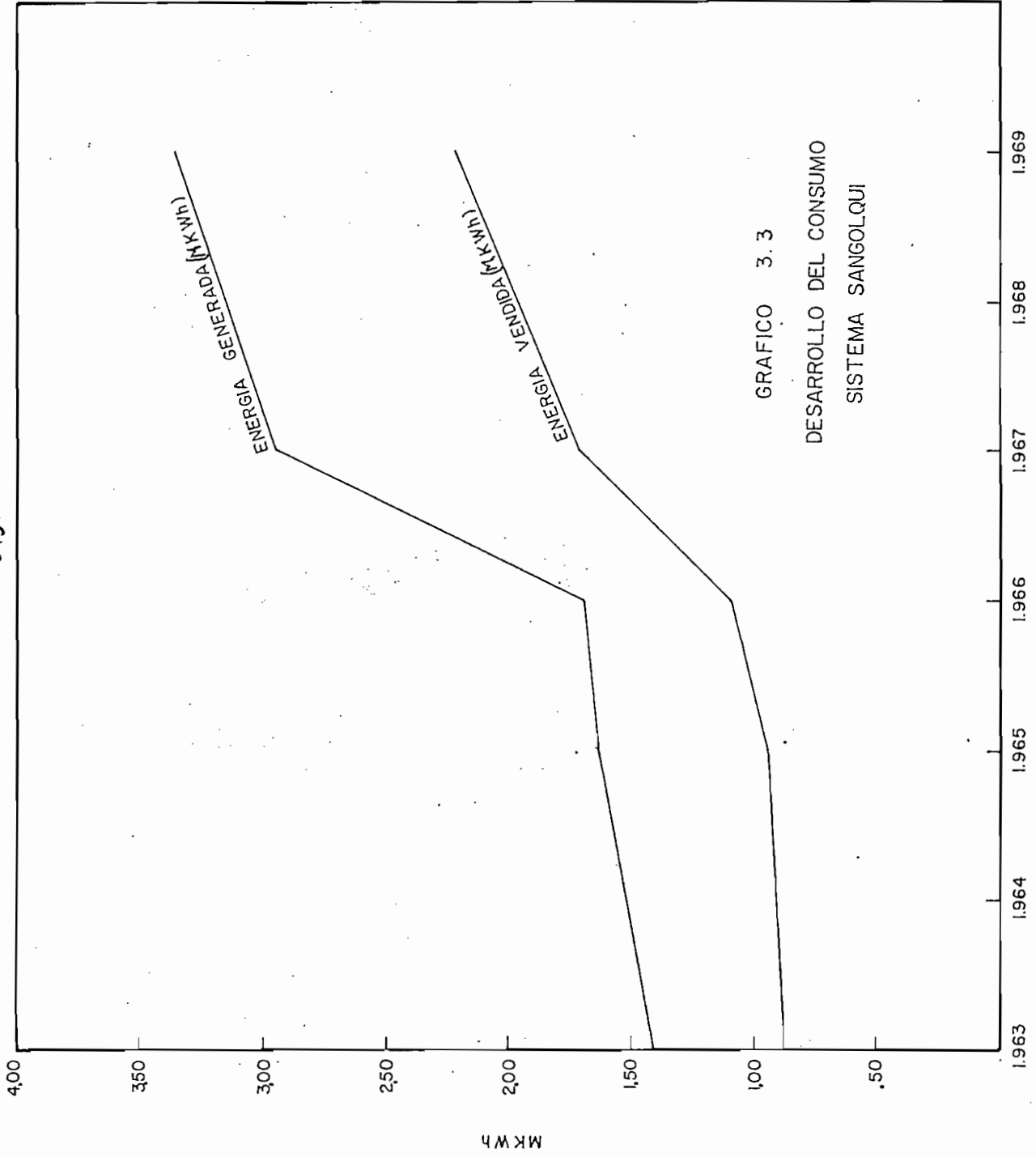
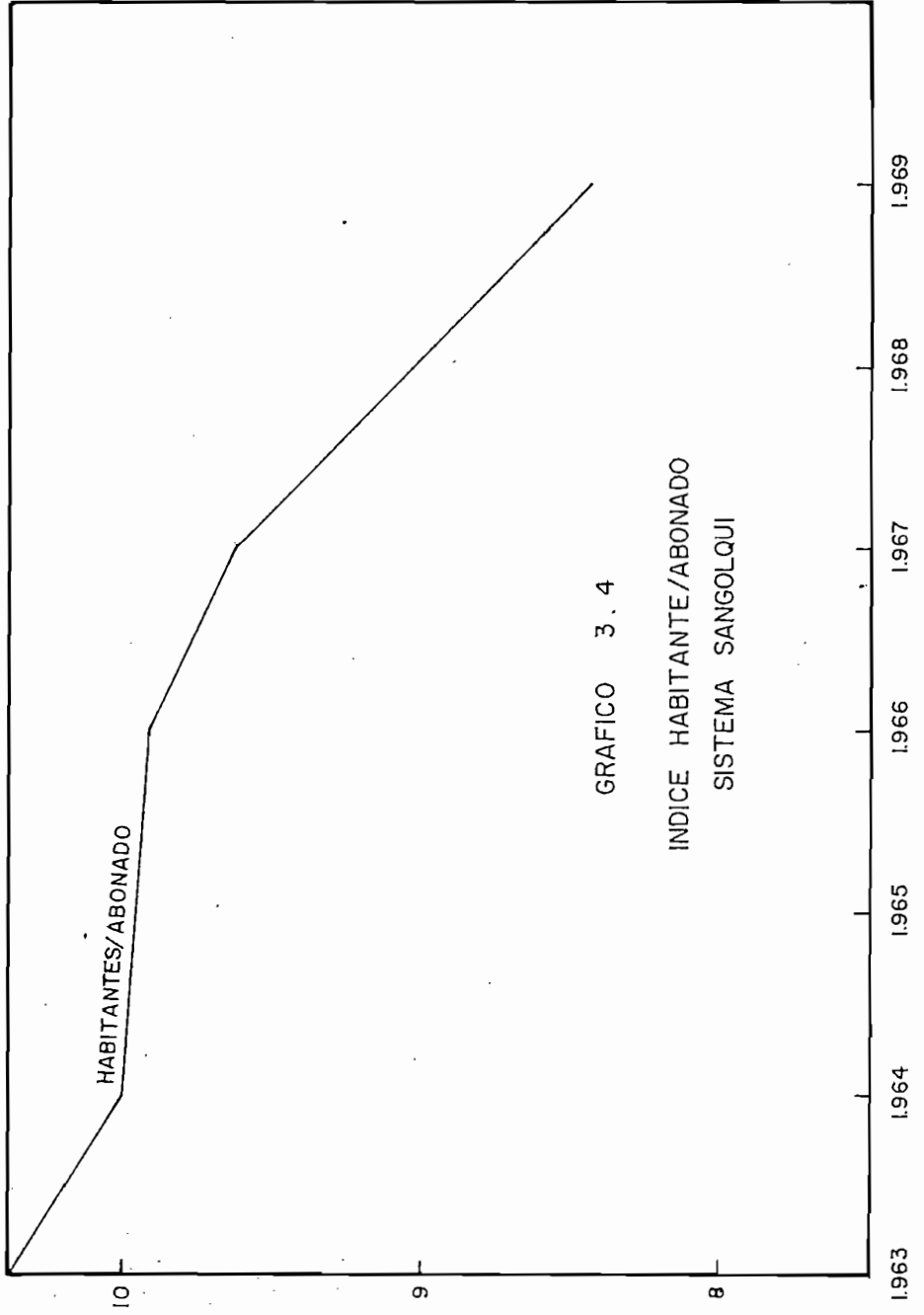


GRAFICO 3.3
DESARROLLO DEL CONSUMO
SISTEMA SANGOLQUI



E D I F I C A C I O N E S

AREA URBANA

AREA RURAL

1.971	1.260	2.051
1.972	1.333	2.087
1.973	1.384	2.104
1.974	1.425	2.137
1.975	1.468	2.170

NOTA: Los porcentajes de edificaciones semipermanentes son como sigue:

- En el área urbana: 25% del total
- En el área rural : 65% del total

3.1.3.2. PARAMETROS DEL SISTEMA ACTUAL.-

- Clientes
- Consumos
- Demandas
- Otros

Ver Cuadro 3.10 y gráficos 3.1; 3.2 y 3.3

3.1.3.3. INDICES DE ELECTRIFICACION.-

Ver gráfico 3.4, que nos dá

los índices habitante/abonado para el período 1.963-1.969.

3.2. SISTEMA DE DETERMINACION DE DEMANDAS COMERCIALES & RESIDENCIALES BASADO EN EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA.-

3.2.1. INTRODUCCION.-

El sistema de cálculo de la demanda máxima coincidente de un grupo de clientes rurales, residenciales ó comerciales, utilizado para el presente estudio se basa en el consumo de energía registrado por el medidor del cliente. La descripción del sistema se da más adelante.

Ahora bien, se ha escogido tal sistema de cálculo fundamentalmente por 3 razones:

- a) Porque se cuenta con datos precisos del consumo de energía - facturado para cada uno de los clientes que se sirven de los sistemas de distribución de propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. en el Valle de los Chillos.

Estos datos son registrados mensualmente, de modo que puede fácilmente obtenerse el máximo consumo mensual promedio — (Kwh/Mes/Co), con el que estamos en posibilidad de aplicar — el sistema de cálculo de demanda máxima anual en referencia, conociendo como es el caso, el número de usuarios.

- b) Porque este sistema, a pesar de ser puramente experimental, sujeto por lo tanto a variaciones locales y sin estricta sujeción a reglas o fórmulas matemáticas, ha sido aplicado con resultados halagadores en áreas rurales norteamericanas típi

cas, sobre todo en aquellas con un alto grado de homogeneidad de carga, deduciéndose de esto su factibilidad de aplicación en nuestras áreas rurales donde existe predominancia de equipo de iluminación.

- c) A fin de certificar la aplicabilidad de este sistema de cálculo en nuestros medios rurales, se realizaron personalmente y de modo previo, estudios prácticos directos sobre diferentes sistemas de distribución rural en operación. Sus resultados, sin excepción, comprobaron que nuestra demanda rural es factible de ser evaluada con elevado grado de precisión a través del sistema en mención.

3.2.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA.-

El siguiente es un extracto tomado del boletín 45.2 de REA (Rural Electrification Administration) titulado DEMAND TABLES, que es justamente la guía práctica que ha servido de base a nuestro estudio.

"La información de este boletín se ha tomado de reportes de operación y planillas de consumo, suministrados por empresas eléctricas asociadas a REA.

Los datos recogidos se los tradujo a Kwh/Mes/KW vs. Consumidores, siendo la ordenada una medida de la diversidad. De pasadas experien

cias y por inspección de los datos actuales, se puede ver que el gráfico Kwh/Mes/Co. vs. Consumidores es una familia de curvas, correspondiendo cada curva a un valor particular de Kwh/Mes/Co. Siendo así, la grafización de sólo una curva habría sido suficiente, pero a fin de probar el punto, se ha dibujado las tres curvas que se muestran en el gráfico 3.5.

Las curvas originales se llevaron hasta 10.000 consumidores, pero por conveniencia no se las ha reproducido mas allá de los 2.000, ya que como se ve, las curvas continuan en línea recta.

Se notará que las tres curvas tienen la misma forma y pendiente a partir de 1.400 consumidores aproximadamente. Un punto sobre cualquiera de las curvas puede entonces identificarse como un porcentaje dado del máximo valor de Kwh/Mes/~~KW~~ de esa curva. Por ejemplo, usando un número dado de consumidores que nos de un punto sobre una curva que sea el 50% del valor máximo de Kwh/Mes/~~KW~~ de esa curva, será siempre el 50% del valor máximo de Kwh/Mes/~~KW~~ de cualquiera de las otras curvas de la familia.

A fin de hallar el valor máximo de Kwh/Mes/~~KW~~ de cada curva de la familia, se grafizó la curva Kwh/Mes/Co. vs Kwh/Mes/~~KW~~ (Gráfico 3.6), para valores superiores a 1.400 consumidores. Dado que en este rango, el efecto de tercera variable (consumidores) es constante (gráf. 3.5), esta

1532

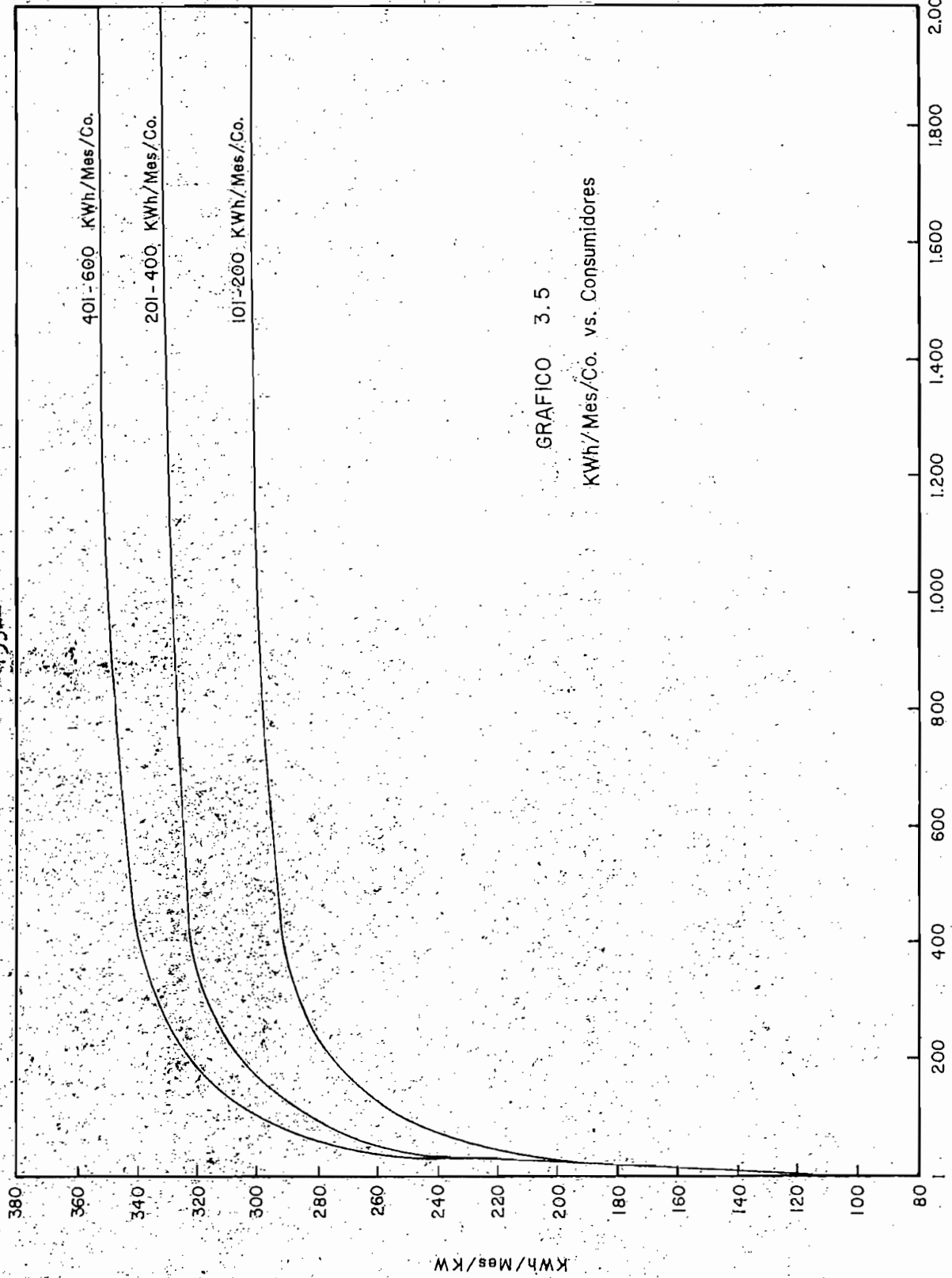


GRAFICO 3.5
KWh/Mes/Co. vs. Consumidores

CONSUMO

-153b-

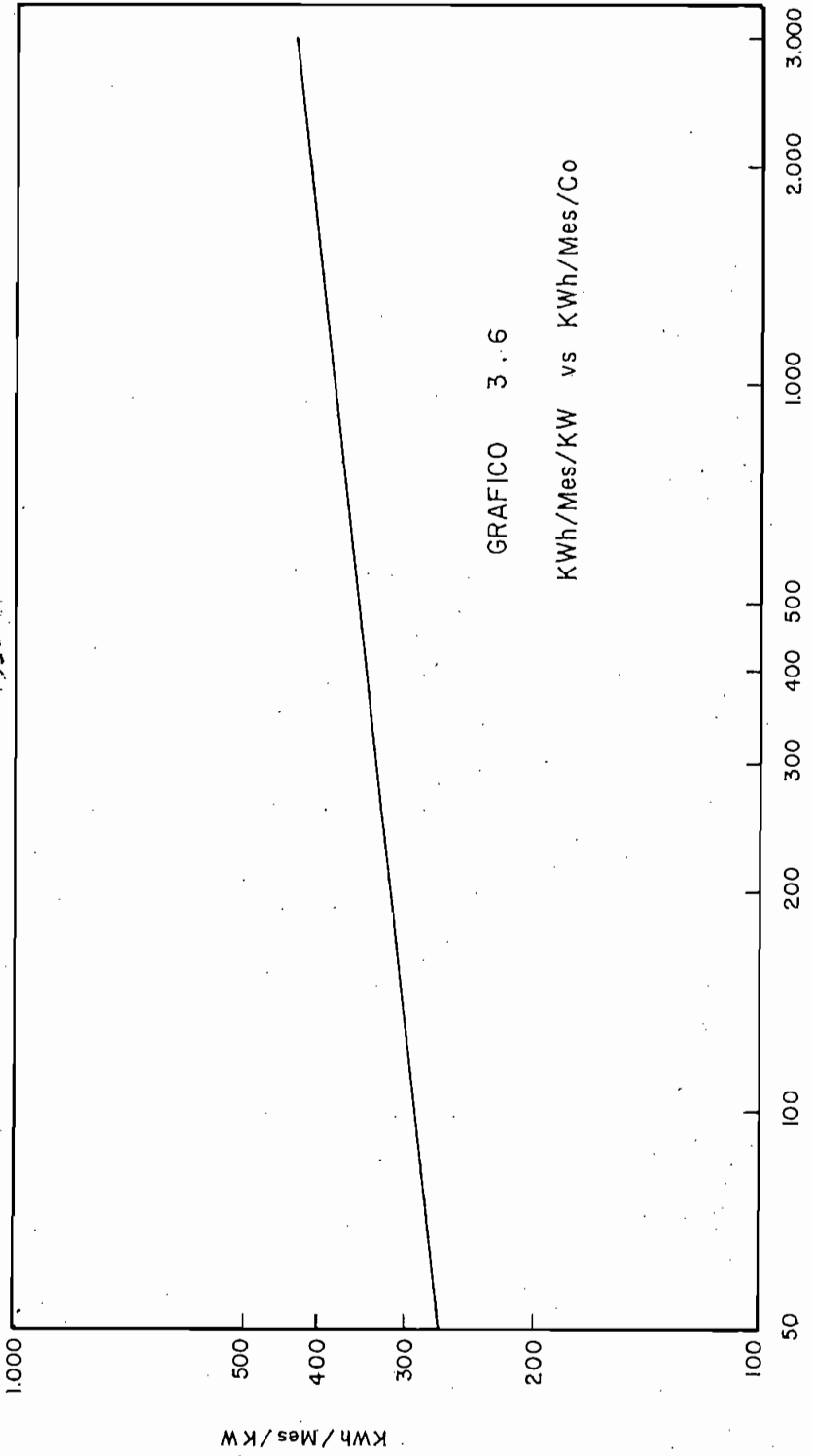
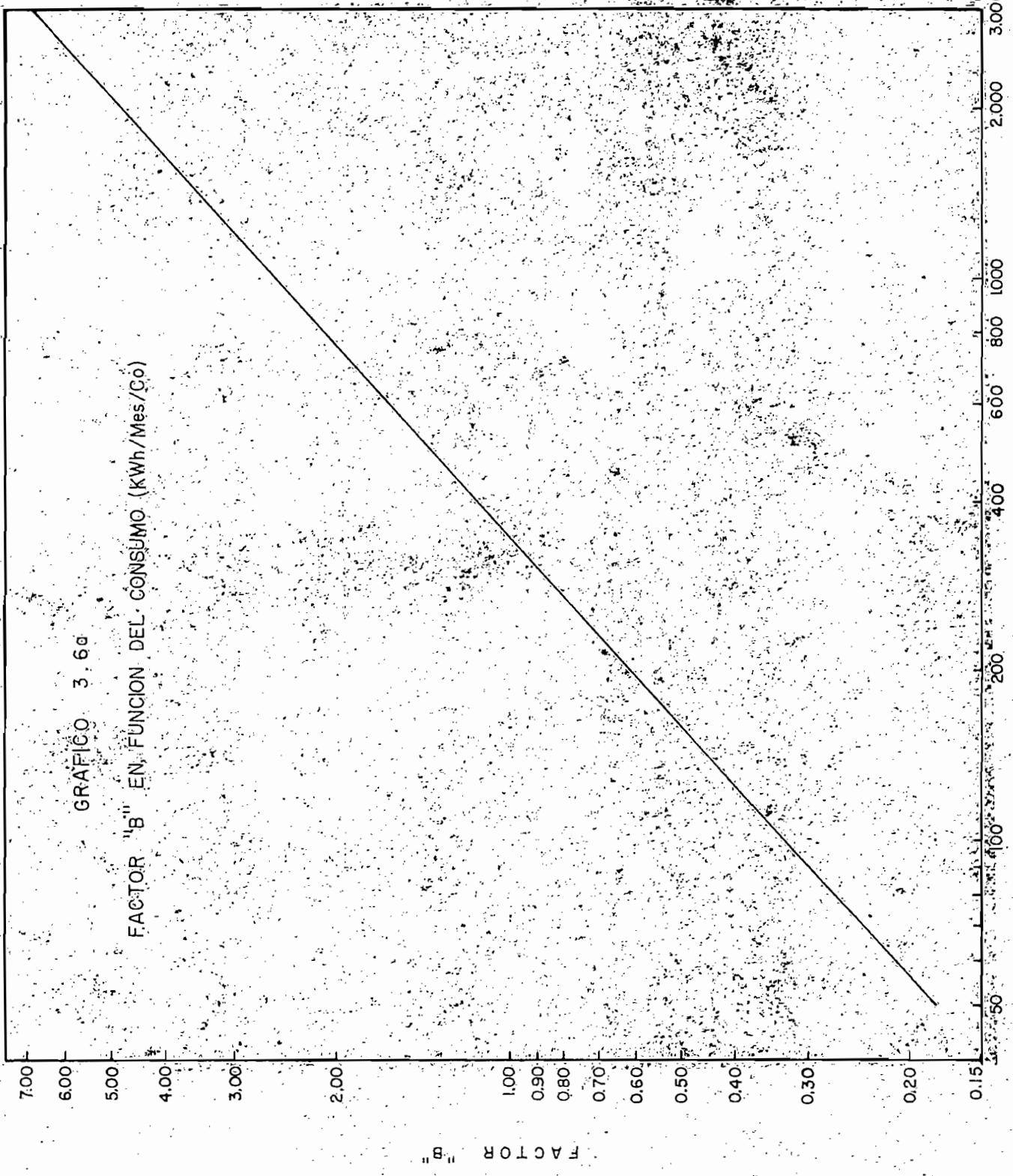


GRAFICO 3.6
KWh/Mes/KW vs KWh/Mes/Co

GRAFICO 3 6a

FACTOR "B" EN FUNCION DEL CONSUMO (KWh/Mes/Co)



curva resulta ser una línea recta de función logarítmica, que justamente pasa por los puntos máximos (valores de Kwh/Mes/KW) mostrados para los tres bloques de consumo del gráfico 3.5.

La siguiente ecuación ha sido derivada a fin de calcular la demanda a base de la información disponible en las curvas:

$$KW = \frac{Kwh \times KW}{Kwh}$$

Dividiendo numerador y denominador por KW:

$$KW = \frac{Kwh}{Kwh/KW} \quad (\text{donde } Kwh = Kwh/Mes/Co \times Co.)$$

$$= \frac{Kwh/Mes/Consumidor \times Consumidores}{Máx. Kwh/Mes/KW \times \% Máx.}$$

$$= \frac{Kwh/Mes/Consumidor}{Máx. Kwh/Mes/KW} \times \frac{Consumidores}{\% Máx.}$$

El primer término se le ha designado como factor del consumo ó Factor "B" y el segundo término como factor del consumidor ó Factor "A". Luego de determinarse el Factor "A" para todos los números de consumidores y el Factor "B" para todos los valores de Kwh, puede determinarse los KW de demanda para cualquier densidad de consumidores y grado de consumo, con sólo multiplicar los Factores "A" y "B" correspondientes.

El Factor "A" refleja la mejora en la diversidad resultante del -

incremento del número de consumidores. El Factor "B" refleja la mejora en el factor de carga derivada del incremento en el consumo; y es el KW de demanda por consumidor esperado de una subestación rural típica con máximo de diversidad (más 1.400 consumidores).

Se han derivado cuatro métodos de cálculo de la demanda, todos ellos basados en las curvas de los Factores "A" y "B" y dan aproximadamente los mismos resultados.

Método 1.-

El uso del Factor "A" y Factor "B" directo de las Tablas.

Multiplicando los factores nos da la demanda.

$$\text{Demanda} = (\text{Factor "A"}) \times (\text{Factor "B"}).$$

Método 2.-

Se incluye un nomograma por conveniencia. Las divisiones sobre la escala izquierda del nomograma representan el logaritmo del Factor "A" correspondiente al número de consumidores dado; las divisiones de la escala derecha representan el logaritmo del Factor "B" correspondiente al consumo (K_w h/Mes/Co.) dado; y la escala central representa el logaritmo del Factor "A" + logaritmo del Factor "B", localizado el por el cruce de la recta "A" → "B" sobre esta escala. En esta forma, el Factor "A" y el Factor "B" se multiplican entre sí por la adición de sus logaritmos.

Método 3.-

Para uso en computadoras, se han previsto ecuaciones de los Factores "A" y "B".

$$\text{Factor "A"} = C \left[1 - 0.4 C + 0.4 (C^2 + 40)^{\frac{1}{2}} \right]$$

Donde C = número de consumidores.

(Esta ecuación no es exacta, pero se aproxima estrechamente a la curva del Factor "A").

$$\text{Factor "B"} = 0.005925 (\text{Kwh/mes/consumidor})^{0.885}$$

(Esta es la ecuación de la línea de la figura 3.3)

Método 4.-

La demanda puede leerse directamente en las Tablas respectivas.

Ahora bien, según decíamos antes, este sistema está sujeto a variaciones locales particularmente en lo que se relaciona con el factor de carga, pero en todo caso, puede adaptársele fácilmente a cualquier sistema de distribución rural en particular con sólo efectuar los ajustes requeridos.

En nuestro caso particular, en todos los estudios prácticos realizados sobre varios sistemas rurales del Cantón Quito, inclusive sobre el existente del Valle de Los Chillos, la precisión alcanzada con la aplicación directa del sistema expuesto, fue del orden del 94-98%, comparada con lecturas directas de carga tomadas a la

hora de máxima demanda (deduciéndose naturalmente aquella correspondiente a cargas especiales, cuando se hallaban presentes.)

Este grado de precisión logrado, creemos es suficiente como para aplicar este sistema de cálculo de modo directo, sin efectuar las insignificantes correcciones en el factor de carga teórico adoptado que podrían requerirse para alcanzar un mayor nivel de exactitud.

En todo caso, como tendremos muchos sistemas rurales donde será realmente necesario efectuar adaptaciones, daremos algunos ejemplos que contribuirán a aclarar el punto.

Ejemplo 1.- Supongamos que de un sistema de distribución rural dado, se han obtenido los siguientes datos:

Dem. máxima = 300 KW.

Clientes = 1.000

Consumo = 100 Kwh/Mes/Co.

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Consumidores} \times \text{Kwh/Mes/Consumidor}}{\text{KW} \times \text{horas}} = \frac{(1.000) (100)}{(300) (730)}$$

(730 = horas del mes)

$$Fc = 0.457$$

Según las Tablas, la demanda máxima de 1.000 consumidores con un -- consumo promedio de 100 Kwh/Mes/Co., sería de 351 KW. En este caso, el factor de carga será:

$$F_e = \frac{(1.000)(100)}{(351)(730)} = 0.39$$

Luego:

$$\text{Factor de multiplicación} = \frac{39.0}{45.7} = 0.855$$

$$\delta = \frac{300}{351} = 0.855$$

Ejemplo 2.- En este mismo sistema, determinar la demanda de 500 consumidores si su consumo sube a 200/Kwh/Mes/Co.

Según las Tablas, para estas condiciones:

$$D = 328 \text{ KW}$$

Por lo tanto, la demanda real de nuestro sistema será:

$$328 \times 0.855 = 281 \text{ KW.}$$

El factor del consumidor (Factor "A") no cambia con el factor de carga, pero sí el factor de consumo (Factor "B"). Por lo tanto, el Factor "B" para este sistema particular, será:

Para 1.000 consumidores: Factor "A" = 1.010 (Tablas)

$$\text{Factor "B"} = \frac{\text{KW}}{\text{Factor "A"}} = \frac{300}{1.010} = \underline{0.297}$$

Una línea recta que pase por el punto (100; 0.297) trazada paralela a la curva base del Factor "B" (Gráfico 3.6a) será la curva del nuevo Factor "B" de este sistema en particular.

Ejemplo 3.- La nueva curva trazada como se explicó muestra que, pa-

ra 200 Kwh/Mes/Co:

$$\text{Factor "B"} = 0.55$$

Para 500 consumidores: Factor "A" = 512 (Tablas)

$$\text{Factor "A"} \times \text{Factor "B"} = 512 \times 0.55 = 281 \text{ KW.}$$

Si se quiere deducir los factores de coincidencia y diversidad y la demanda individual no diversificada, valen las siguientes ecuaciones:

$$F \text{ coine.} = \frac{\text{Factor "A"}}{3.29 \times \text{Consumidores}}$$

$$F \text{ Diversidad} = \frac{3.29 \times \text{Consumidores}}{\text{Factor "A"}}$$

$$\begin{array}{l} \text{KW/Consumidor} \\ \text{(no diversificado)} \end{array} = 3.29 \times \text{Factor "B"}$$

donde:

$$3.29 = \text{Factor "A"} \text{ para un consumidor.}$$

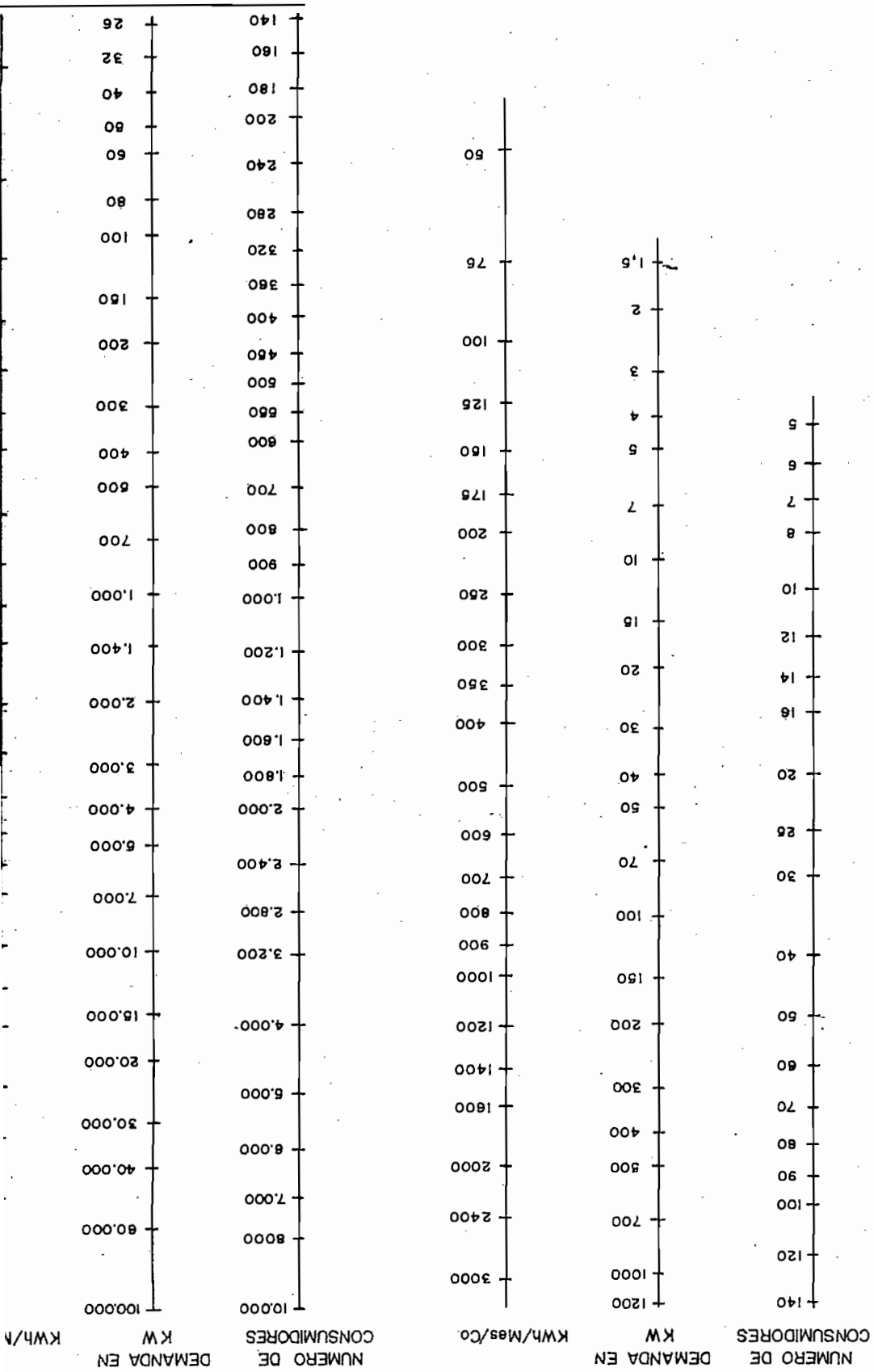
METODO 1 PARA EL CALCULO DE LA DEMANDA.-

TABLAS DE DEMANDA

FACTOR KWh
(FACTOR "B")

KWh/MES/Consumidor	FACTOR "B"	KWh/Mes/Consumidor	FACTOR "B"
50	0.189	420	1.24
55	0.203	440	1.29
60	0.220	460	1.34
65	0.237	480	1.40
70	0.254	500	1.45
75	0.270	525	1.51
80	0.286	550	1.58
85	0.301	575	1.64
90	0.317	600	1.70
95	0.333	625	1.77
100	0.348	650	1.83
110	0.379	675	1.90
120	0.409	700	1.96
130	0.439	725	2.02
140	0.468	750	2.08
150	0.497	775	2.14
160	0.525	800	2.20
170	0.554	825	2.26
180	0.583	850	2.32
190	0.612	875	2.38
200	0.641	900	2.44
210	0.669	925	2.50
220	0.697	950	2.56
230	0.726	975	2.62
240	0.755	1000	2.68
250	0.784	1100	2.92
260	0.810	1200	3.15
270	0.836	1300	3.39
280	0.864	1400	3.62
290	0.893	1500	3.84
300	0.923	1600	4.07
320	0.972	1700	4.29
340	1.03	1800	4.51
360	1.08	1900	4.73
380	1.14	2000	4.95
6 400	1.19		

NOMOGRAMA PARA KW DE DEMANDA



3.3 ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA.

3.3.1 INTRODUCCION.-

Sólo en casos muy raros se diseña un sistema con el exclusivo propósito de satisfacer la demanda de carga actual ó futura inmediata. Solamente en aquellos casos aislados en los cuales no existe realmente ninguna posibilidad de variación - en la carga, puede un sistema ser diseñado sin considerarse ningún incremento adicional significativo de carga.

En la generalidad de los casos, es económica la planificación de un sistema con suficiente elasticidad para atender el crecimiento de la carga en cierto grado.

El determinar este grado de elasticidad en los sistemas de distribución es ya cuestión fundamentalmente económica.

En este estudio de la demanda futura del Valle, haremos nuestras estimaciones de carga para un período de aquí a unos 15 años más ó menos, no porque necesariamente ése sea el período que cubrirá nuestro sistema de distribución , sino solamente para contar con una visión más a largo plazo de las posibilidades de expansión del Valle y llegar prácticamente a los límites en que de zona rural residencial pase a convertirse en un verdadero suburbio de la capital.

Posteriormente, en la Segunda Parte de este Estudio, se determinará cuál mismo es el plazo de diseño del Sistema, luego de un detallado análisis económico del asunto.

Este Estudio de Demanda entonces se circunscribirá a entregar datos y cifras que serán utilizados para el posterior diseño del sistema.

La puesta en operación de este nuevo sistema de distribución lo hemos establecido para el año 1.975, ya que, según se ven las cosas, en los aspectos económico-financiero de la Empresa y de disponibilidad de energía en generación, sólo para esa época se estará en capacidad de acometer la obra.

3.3.2 TIPIFICACION DEL CONSUMO FUTURO DEL VALLE DE LOS CHILLOS.-

3.3.2.1 INTRODUCCION.-

Quito y Guayaquil son ciudades que se expanden en forma vertiginosa. En el caso de Quito, ¿había dónde puede crecer? vertical y horizontalmente. Quito no es una ciudad-isla y deberá crecer principalmente hacia sus costados. ¿Cuáles son las zonas que la rodean? precisamente los valles de Tumbaco y Los Chillos, Turubamba y Calderón, etc. El pensar que estas zonas escapen al crecimiento urbano sería desafiar la ley de la gravedad.

Surge de aquí nuestra convicción de que estas áreas no son ya valiosas por su potencial agrícola que no lo supimos aprovechar a tiem-

po, sino y fundamentalmente por su inestimable potencial urbano.

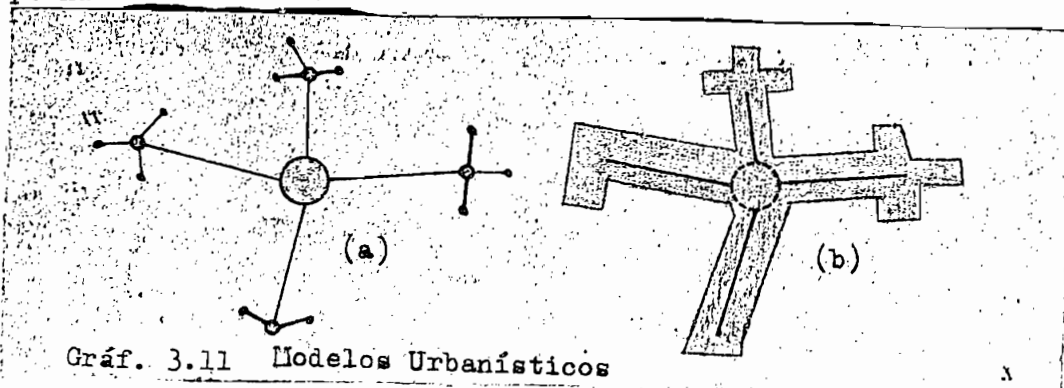
Es hora ya de hacer una revisión de las metas y objetivos del Plan Director del Municipio, rectificando el sentido del crecimiento ilimitado de la ciudad sobre su eje norte-sur. Es preciso dar una nueva dimensión urbana a la ciudad aprovechando de las magníficas posibilidades geográficas y físicas de los valles vecinos.

Cada ciudad surge como un caso propio y único. Quito, por su conformación topográfica, por su contraste violento entre viejas y nuevas formas, por su baja motorización e incipiente obra de viería, por su reducida clase media y propensión hacia el hacinamiento, exige una conformación física muy particular. Se vislumbra ya la ciudad futura como Núcleo Metropolitano rodeado de una serie de conjuntos urbanos que ya los vemos formándose espontáneamente en los valles adyacentes, conformando un modelo urbanístico como el que lo hemos denominado (a). Es posible que una etapa posterior la urbanización de las áreas colindantes a las vías de enlace entre la Ciudad Central y las Satélites tiendan a incorporar características del modelo (b).

Frente a la carencia de recursos económicos para construir y organizar masivamente ciudades satélites autosuficientes, la solución sería implantar urgentemente un Plan Regulador en cada uno de esos valles pa

ra controlar su crecimiento. Estos deberían complementarse armónicamente con el Gran Plan Regulador del Quito Metropolitano.

Esta falta de planes directores de urbanismo para esas áreas ha motivado su desarrollo desordenado, se han multiplicado y siguen haciéndolo, urbanizaciones, lotizaciones, parcelaciones agrícolas y fincas vacacionales, en vecindad indiscriminada y sin contar muchas veces con estudios de factibilidad, peor con programas definidos para la ejecución de obras básicas, como suministro de agua potable, luz eléctrica, alcantarillado, etc. Si no se controla a tiempo y con criterio técnico el uso del suelo, estos valles no tardarán en convertirse en enormes y descoloridos suburbios, sin ambiente de campo ni trazos de ciudad.



Gráf. 3.11 Modelos Urbanísticos

3.3.2.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS GRUPOS TIPO DE CONSUMO.-

Basándonos

en los criterios anteriormente vertidos, concluimos que el Sistema de Distribución en estudio estará constituido básicamente por los siguientes grupos de consumo:

3.3.2.2a GRUPO DE CONSUMO 1.-

Existente. Servido actualmente por los tres sistemas de distribución que cubren el área del cantón - Quito en el Valle: Guangopolo, San Rafael y Amaguaña, y Sistema - Sangolquí en el sector de Rumifahui.

Está constituido por los siguientes tipos de consumidores:

- General (Residencial y Comercial).
- Alumbrado Público
- Industrial
- Especial
- Instalaciones de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A.

La magnitud de la demanda de este grupo de consumo es conocida para todo el período 1.963-1.969 por observaciones directas sobre el terreno y a través de los archivos de las Empresas Eléctricas "Quito" y "Rumifahui". (Ver acápite 3.3.3.1 de este estudio)

Las tasas de desarrollo de la demanda que se aplicarán a los componentes de este grupo, se determinarán de las observaciones hechas para cada uno de ellos, durante el período de tiempo antes citado.

3.3.2.2b GRUPO DE CONSUMO 2.-

Urbanizaciones, lotizaciones, parcelaciones, huertos familiares, etc. sean ya establecidos (pero sin -

servicio eléctrico al momento) ó cuyos proyectos hayan sido aprobados ó estén en vías de serlo en los departamentos técnicos de los municipios de Quito y Rumiñahui y en el IERAC.

Naturalmente, aún en este caso en que se cuenta con programas y - proyectos de obras ya perfectamente definidos, su ejecución está sujeta a un sinnúmero de factores de orden humano y económico de muy difícil sino imposible predicción, que pueden inclusive determinar el que uno u otro proyecto finalmente no llegue a cristalizarse en realidad.

De cualquier forma, es forzoso el adoptar un criterio de trabajo y éste será el considerar a todas estas obras como de firme ejecución dentro del período 1.970-1.980. Se ha escogido tal plazo ya que es muy probable que en 10 años se llegue a completar en su totalidad todas las obras de estos proyectos, según apreciaciones de las personas encargadas, de las Entidades antes mencionadas.

En el aspecto electrificación haremos diferenciación entre los dos tipos de proyectos: a) urbanizaciones y b) lotizaciones, parcelaciones, etc., por tratarse los primeros de proyectos con dotación de servicio eléctrico y los segundos, en su concepción original, - no.

Consideraremos que habrán completado su servicio eléctrico (inclusi

ve alumbrado público), en 1.980 las urbanizaciones y alrededor de 1.985 las lotizaciones.

Las estimaciones de demanda de carga de los diferentes tipos de usuarios de cada urbanización, lotización, etc., se basan en sus consumos máximos mensuales previstos, consumos determinados por comparación con el de clientes de características socio-económicas y de comportamiento de la carga similares.

En muchos casos se ha determinado cierta demanda por concepto de pequeña industria agropecuaria. Esta estimación también se basa en observaciones personales sobre granjas y parcelaciones actualmente con servicio en el sector y en previsiones teóricas de incremento futuro.

El desarrollo de la demanda de este grupo de consumo se basará en el criterio de construcción a plazos iguales, es decir considerando que los proyectos y programas de obras se ejecutarán en cantidades iguales dentro de cada año del período adoptado, y en un incremento de consumo cuya tasa se derivará de observaciones sobre clientes de características similares existentes en el mismo Valle ó en cualquiera de los sectores rurales donde existan obras semejantes.

3.3.2.2.c GRUPO DE CONSUMO 3.-

Corriente poblacional de carácter

residencial y comercial, Quito-Valle de Los Chillos.

Justamente este rubro de consumo constituye, a nuestro criterio, si no el más fuerte, quizá uno de los más importantes y de más desarrollo futuro en el Valle. Se habló ya de los elementos de juicio sobre los que sustentamos esta creencia.

Al igual que para el Grupo de Consumo 2, la demanda de carga de los diferentes tipos de usuarios del servicio eléctrico se ha establecido en base al consumo máximo mensual de clientes similares de Quito.

La magnitud y evolución de este flujo poblacional (y por ende de este grupo de carga), los hemos creído dependientes del problema habitacional de la Capital. La justificación de este criterio así como la determinación de los respectivos parámetros eléctricos se dan más adelante.

3.3.2.2.d GRUPO DE CONSUMO 4.-

El conformado por aquellos grupos de poblados y caseríos de menor importancia, que en la actualidad no cuentan con servicio eléctrico, pero no por falta de interés de sus habitantes cuanto por dificultades de orden técnico unas veces y económico otras, para extender el servicio hasta ellos desde los sistemas actualmente en operación.

Por encuestas realizadas personalmente en muchos de estos centros poblados, se ha podido constatar el gran interés que esta gente demuestra ante la perspectiva de contar con servicio eléctrico, habiéndose en muchos casos, ofrecido su aporte decidido para llevar adelante cualquier proyecto en este sentido.

A nuestro juicio entonces, éste constituirá otro grupo de consumo que se deberá considerar en el proyecto.

El consumo de estos clientes potenciales se lo determinará según sus características socio-económicas, y se lo asimilará al de abonados similares existentes sea en el mismo Valle ó en otros sectores rurales del cantón.

El crecimiento de la demanda de este grupo de consumo se lo considerará similar al de tantos centros poblados cuyo desarrollo de carga inicial e inmediato posterior hemos tenido oportunidad de observar en otras tantas áreas rurales del cantón durante el período 1.965-1.969.

3.3.2.2,e GRUPO DE CONSUMO 5.-

Industrial nuevo.

Este renglón de carga es, de manera general, el que presenta más dificultades en una evaluación de demanda. En nuestro caso particular, podría inclusive llegar a arrui-

nar nuestro proyecto de electrificación si no se toman las necesarias providencias encaminadas a brindar a la fuente de suministro de energía eléctrica y al sistema en general una muy especial flexibilidad tal que le capacite para hacer frente, en condiciones de servicio adecuadas, a inesperadas y quizá apreciables alzas en la demanda de carga, ocasionadas por la entrada en operación de industrias de potencia relativamente elevada frente a la total del sistema.

Y aquí surge el problema, pues este rubro de demanda se nos presenta como de magnitud absolutamente incierta. Ningún organismo nacional consultado al respecto cuenta con datos tan elaborados.

En estas condiciones, sólo nos quedan, a nuestro parecer, dos soluciones factibles: Primera, evaluar, por medio de índices, factores, cifras estadísticas, etc. y una buena dosis de criterio, la magnitud de esta demanda para todo el período de estudio; y segunda, tratar este proyecto de suministro eléctrico en dos bloques constitutivos, en forma independiente: a) alimentación de la demanda general y especial, y b) alimentación de la carga industrial.

Estudiemos las posibilidades, limitaciones y ventajas de cada una de las soluciones propuestas.

a) Evaluación de la demanda industrial futura.

Sabido es que la demanda industrial no se encasilla en un patrón ó régimen previsible de crecimiento.

Típico ejemplo de esto es lo ocurrido en el Valle en años pasados. Hasta 1,965 tenemos 4 clientes industriales con una carga conjunta instalada de 26,5 KW. En el período 1,955 - 1.960 son ya 7 los -- clientes y su carga 40 KW. En 1.968 existen 18 abonados con una carga de 275 KW. En el período 1.968 - 1.969 se presentan solicitudes de servicio industrial por parte de 3 nuevos clientes cuya sola capacidad conjunta asciende a 450 KW aproximadamente.

Igual cosa ocurre en la generalidad de áreas rurales del cantón, - que cuentan con servicio eléctrico centralizado.

Hechos como el explicado nos demuestran que el tratar de aplicar - índices ó factores sean derivados de observaciones reales en zonas semejantes ó deducidas del simple juicio del proyectista, puede traducirse en errores de imprevisibles, quizá muy graves consecuencias.

En el caso que nos ocupa, además, cualquier intento de evaluación de esta demanda se vería indefectiblemente afectada por los siguien--tes factores:

- La Junta Nacional de Planificación, ha recopilado información - respecto al número, tipo y capacidad de industrias que se insta-larían en el área de influencia del Proyecto Pisayambo, a nivel

provincial. Para la provincia de Fichincha se ha previsto la instalación de 24 tipos de diferentes industrias, con una capacidad total de 6.300 KW aproximadamente; pero como es lógico, no puede predecirse su localización geográfica exacta. Quién sabe cuántas de ellas decidan instalarse en este sector.

- Las exigencias del Pacto Andino no tardarán en hacerse sensibles en todo el país, y principalmente en sus centros industriales -- más importantes. Quito por ser uno de ellos, se verá directamente afectado, y a no dudarlo también sus zonas rurales adyacentes, que cuentan ya ó contarán a corto plazo, con servicio eléctrico -- adecuado. Pero, en qué grado se verán exigidos los sistemas de -- estas zonas rurales y del Valle de Los Chillos en particular?

- La eventual localización de una refinería de petróleo en la zona. Caso de llevarse a cabo este proyecto, cosa que la creemos muy -- factible, dadas las facilidades que brinda el recorrido previsto del oleoducto Lago Agrio-Esmeraldas, la cercanía a un centro de consumo de tanta importancia como es Quito, y las facilidades de transporte a otras regiones del país, este sector se constituiría sin duda en un gran núcleo atractivo industrial.

- La presión demográfica que soporta Quito.

Este hecho, de repercusiones sociales profundas, a no dudarlo, --

influirá sobre la decisión de los industriales de localizar sus complejos en zonas rurales de fácil acceso y disponibilidad con tínua de agua y energía eléctrica.

El Valle de Los Chillos será en poco tiempo una de estas zonas.

En resumen, la evaluación de este tipo de carga no puede ser producto de la aplicación de un grupo de índices ó factores matemáticos, sino por el contrario, supone la íntima iteracción de una serie de hechos, cada uno de los cuales a su vez, depende en cada una de sus facetas de un sinnúmero de factores socio-económicos, ambientales, de influencia, etc. de muy compleja evaluación.

b) Suministro Eléctrico Independiente.

La demanda de energía eléctrica del Valle de Los Chillos está constituida por dos grandes bloques perfectamente diferenciados entre sí. Uno, conformado por cargas de magnitud y evolución factibles de ser determinados y otro de características totalmente inciertas y prácticamente imposible de ser evaluadas.

El pretender dimensionar un sistema de alimentación común para los dos bloques de carga resulta, en estas condiciones, un absurdo, pues, no contando con metas bien definidas y justificadas, podría ocurrir un lamentable mal dimensionamiento del sistema de graves consecuen-

cias para todo el servicio ó para la economía de la Empresa.

La solución sería entonces tratar de encontrar la forma de alimentar los dos bloques de carga en forma separada.

Más adelante definiremos esto de las alimentaciones independientes y concluiremos exponiendo nuestro criterio al respecto.

3.3.3 DETERMINACION DE LAS DEMANDAS.-

Una vez sentadas las bases para el estudio de la demanda de cada grupo de consumo considerado para el Valle, pasaremos a su evaluación.

3.3.3.1. GRUPO DE CONSUMO 1.

Conformado por la carga existente.

3.3.3.1a. Sector Cantón Quito.-

Del cuadro 3.8, se extraen los siguientes datos sobre las demandas máximas coincidentes observadas en el período 1.963 - 1.969 y abonados al servicio.

AÑO	Demanda Máxima General (Comerc., Residenc. A.P) (KW)	Demanda Máxima total (KW)	Abonados Generales (1)
1.963	258.5	320.5	990
1.964	235.0	317.5	1.088
1.965	264.1	346.6	1.160
1.966	303.1	399.1	1.253

AÑO	Demanda Máxima General (Comerc., Residenc. A.P.) (KW)	Demanda Máxima Total (KW)	Abonados Generales (1)
1.967	304.9	431.9	1.325
1.968	364.1	499.1	1.410
1.969	363.4	498.4	1.482

NOTAS: (1) No incluye industriales ni especiales.

El desarrollo de los abonados arroja una tasa promedio del 7.0% acumulativo anual (que coincide exactamente con la rata de crecimiento de la demanda general). Este es un índice verdaderamente elevado si se consideran las características del servicio actual en cada uno de los sistemas de distribución, de modo que bien puede, bajo condiciones de servicio adecuadas, presentarse una bastante más alta rata de crecimiento.

Se han verificado en otras zonas rurales del cantón Quito, durante el período de tiempo que precede a la puesta en operación de un sistema de distribución rural nuevo y de óptimas características, muy elevados porcentajes de incremento de abonados. Citemos algunos casos concretos.

Sector	Fecha de puesta en operación -- del sistema	Período de observación	Tasa de De- sarrollo anual Promedio observado
Pomasqui-S. Antonio	1.966-1.967	1.966-1.970	14% ⁽¹⁾
Pifo-Puembo	1.967-1.968	1.968-1.970	17%
Calderón	1.968	1.968-1.970	13%

NOTAS: (1) No se considera clientes industriales ni especiales.

Naturalmente, estos índices de crecimiento tan elevados, obedecen principalmente a que se ha introducido sistemas integrales de distribución, cubriendo el servicio de muchísimos clientes nuevos que antes no contaron con servicio, fundamentalmente por no disponerse de medios para satisfacer esta demanda adicional. Este realmente no es nuestro caso. Simplemente se trata de una mejora en la calidad del servicio que se brindará al usuario, que se reflejará naturalmente en forma positiva sobre la tasa observada de crecimiento de los clientes y su demanda pero que difícilmente significará una elevación radical como la mencionada.

A nuestro criterio, un crecimiento promedio del número de clientes del 10 ú 11% para los primeros 4 ó 6 años de puesto en operación - el sistema, puede ser muy adecuado. Estos porcentajes disminuirían paulatinamente hasta estabilizarse en un 8 ó 9% hacia mediados y final del período de estudio adoptado.

En cuanto al consumo de energía, hemos considerado una cierta mejora (de 57.0 Kwh/Mes/Co. hasta 1.975 a 62.0 en 1.984), lo cual es a nuestro parecer suficiente si se compara con los consumos observados en el período 1.963-1.969 (entre 43.6 y 60.1 Kwh/Mes/Co.), que no indican ninguna tendencia a aumentar.

La carga especial instalada la hemos incrementado en una tasa que supera el 15% anual, por seguridad.

Bajo estas consideraciones tendríamos:

AÑO	CONSUMOS GENERALES		ALUMBRADO PUBLICO (KW)	CARGA INST. ESPECIAL Industrial (1) E.E."Q"S.A. - Otros (KW)
	N° Clientes	Consumo Máx. Promedio Kwh/Mes/Co.		
1.970	1.510	57.0	57.0	450,0
1.971	1.730	57.0	60.0	470.0
1.972	1.920	57.0	65.0	490.0
1.973	2.120	57.0	70.0	510.0
1.974	2.330	57.0	75.0	530.0
1.975	2.570	57.0	80.0	550.0
1.976	2.800	60.0	85.0	570.0
1.977	3.050	60.0	90.0	600.0
1.978	3.320	60.0	95.0	650.0
1.979	3.620	60.0	100.0	700.0
1.980	3.950	60.0	105.0	800.0
1.981	4.260	60.0	110.0	850.0
1.982	4.600	60.0	115.0	900.0
1.983	4.970	60.0	120.0	950.0
1.984	5.370	62.0	125.0	1.000,0
1.985	5.800	62.0	130.0	1.050,0
1.986	6.200	62.0	135.0	1.100,0
1.987	6.640	62.0	140.0	1.200,0
1.988	7.100	62.0	145.0	1.300,0
1.989	7.600	62.0	150.0	1.400,0
1.990	8.130	62.0	155.0	1.500,0

NOTAS: (1) A más de la demanda existente, incluye nuevas industrias pequeñas, talleres, etc., que no se consideran dentro del Grupo de Consumo 5, por tratarse de cargas menores, que pueden ser servidas desde el sistema de distribución general.

3.3.3.1b.- Sector Cantón Rumuñahui.-

Debido a la usual carencia de energía en el sector, la demanda de carga se ha encontrado siempre constreñida, de allí la especial forma de su curva de desarrollo. (Gráfico 3.1) con bruscos "saltos" de demanda, coincidentes con la puesta en operación de nuevas etapas de generación. De aquí que, para la evaluación de la demanda futura, nos valdremos solamente de la observación de la parte final de esta curva (lapso 1.967-1.969, caracterizado por una amplia disponibilidad de energía generada, y de su asimilación a ratas ó índices de crecimiento observado en el área del Valle correspondiente al Cantón Quito.

Las demandas máximas anuales sobre el sistema, son como sigue:

1.967	650 KW
1.968	720 KW
1.969	790 KW

Las cifras anteriores arrojan una tasa media de crecimiento de aproximadamente 10%, valor que justamente coincide con aquél que hemos adoptado para los primeros años de operación del nuevo sistema de distribución del Valle.

en vista de esto, asumiremos idénticas tasas de crecimiento de la demanda para los primeros 4 ó 6 años de operación y un 9 ú 8% para los plazos finales.

En cuanto a la demanda residencial y comercial, desconocemos su valor, ya que la Empresa Eléctrica de Rumiñahui no ha podido suminismo máximo individual promedio, que conocemos, y al número de usuarios generales, dato que nos es también conocido.

Como en el caso anterior, la curva de crecimiento de los abonados es muy irregular para el período 1.963 - 1.969 (gráfico 3.2); pero utilizaremos, para nuestros fines, la parte más regular de ésta, - esto es, el lapso 1.967-1.969.

Para este período, la curva nos da:

1.967	1.900
1.968	2.100
1.969	2.250

En este período observamos una tasa promedio del 8.5%, que es algo más elevada que la observada en el mismo período, en la zona del - Cantón Quito. En todo caso, esto posiblemente se deba al súbito incremento de usuarios ocasionado por la puesta en servicio de una - nueva etapa de generación, luego de un período de restricción en -

la oferta de energía eléctrica.

De cualquier forma, adoptaremos similares ratas de crecimiento - que para la zona del Cantón Quito. Esto es, un 5% hasta 1.975 - (en que nuevamente se satura la disponibilidad de energía), luego, un 10 u 11% durante los primeros años de operación del Sistema de Distribución del Valle, para posteriormente decrecer en forma paulatina hasta un 8% aproximadamente, hacia finales del período.

En cuanto al consumo de los clientes generales conocemos solamente el total (que incluye el correspondiente al alumbrado público), que es de 83.0 Kwh/Mes/Co., promedio máximo anual. Asumiremos un incremento en el consumo hasta un tope de 90.0 Kwh/Mes/Co, lo cual creemos adecuado, dado el escasísimo aumento de consumo de los usuarios observado en los últimos 6 años.

Según estas consideraciones, tendríamos en resumen:

AÑO	CLIENTES GENERALES	CONSUMO MAXIMO (Kwh/Mes/Co) (Incluido A.P.)	CARGA INSTALADA ESPECIAL - Industrial - Otros (KW)
1.970	2.360	83.0	250.0
1.971	2.480	83.0	260.0
1.972	2.600	83.0	270.0
1.973	2.730	83.0	280.0

AÑO	CLIENTES GENERALES	CONSUMO MAXIMO (Kwh/Mes/Co.) (Incluido A.P.)	CARGA INSTALADA ESPECIAL	
			- Industrial	- Otros (KW)
1.974	2.870	83.0		290.0
1.975	3.000	83.0		300.0
1.976	3.330	85.0		340.0
1.977	3.700	85.0		380.0
1.978	4.070	85.0		420.0
1.979	4.470	85.0		460.0
1.980	4.920	85.0		500.0
1.981	5.360	85.0		550.0
1.982	5.840	85.0		600.0
1.983	6.370	85.0		650.0
1.984	6.940	90.0		700.0
1.985	7.500	90.0		750.0
1.986	8.100	90.0		800.0
1.987	8.750	90.0		850.0
1.988	9.440	90.0		900.0
1.989	10.100	90.0		950.0
1.990	10.800	90.0		1.000,0

3.3.3.2 GRUPO DE CONSUMO 2.-

Urbanizaciones, lotizaciones, etc.,
por asentarse en el futuro.

Proyectos en firme.

3.3.3.2a. Sector Cantón Quito.-

El siguiente es el detalle de los
proyectos aprobados ó en curso de serlo, en el I. Municipio de --

Quito, de Rumiñahui y IERAC, en lo que se relaciona con urbanizaciones, lotizaciones, fincas vacacionales, etc. que en el futuro se localizarán en el Valle de Los Chillos.

A. URBANIZACIONES.-

Son proyectos dotados de todos los servicios básicos: agua potable, luz eléctrica, alcantarillado, trazado de calles, etc.

Son los siguientes:

	<u>Sup. Total</u>	<u>No.Lotes</u>	<u>Sup.c/Lote</u>
Cooperativa Huertos Familiares del Valle	710.000 m ²	- 104	6.000-7.000 m ²
Cooperativa San Gabriel	1'100.000 m ²	- 160	6.000-7.000 m ²
Cooperativa Mirasierra	630.000 m ²	- 90	6.000-7.000 m ²
Herederos de Rafael Vásquez Gómez	40.000 m ²	- 8	5.000 m ²
La Moya	56.000 m ²	- 28	2.000 m ²
Fabara	35.000 m ²	- 38	800-1.200 m ²
Cooperativa Mixta de Previsión Social	56.800 m ²	- 142	300- 500 m ²
Arturo Cifuentes	10.000 m ²	- 16	400- 500 m ²
La Floresta	914.000 m ²	- 457	2.000 m ²
Sta. Mónica	300.000 m ²	- 295	800-1.200 m ²
Federación Médica	600.000 m ²	- 60	10.000 m ²
Coronel Armijos	500.000 m ²	- 53	1.000 m ²

* Se trata originalmente de una lotización, pero sus promotores aseguran que antes de 1.975 se habrá convertido en una urbanización con todos los servicios básicos.

En base de encuestas efectuadas personalmente entre los promotores de estos proyectos, miembros de las directivas de las diferentes cooperativas, y entre los socios o dueños de los lotes, hemos conformado el siguiente resumen de las características de estos clientes:

En la generalidad de los casos, se trata de personas de medianos recursos y en su gran mayoría con intención de radicarse definitivamente en el lugar. En cuanto a características de su demanda se ha determinado que en un 70 ó 80% de los casos su carga conectada oscila entre 1.500 y 2.500 waticos y su consumo tendrá carácter netamente residencial: alumbrado, calentador de agua, artefactos eléctricos caseros de bajas capacidades; generalmente sin cocina eléctrica y eventualmente con refrigeradora. El 20 ó 30% restante es, por sus características, un cliente de categoría más elevada, contando, en algunos casos con cocina eléctrica de elevada capacidad. En algunos de estos proyectos no se tiene aún la definición sobre si llevarán ó no alumbrado público de calles y plazas ó espacios comunales. Evidentemente, esto será sólo cuestión de tiempo y tarde ó temprano sus habitantes reclamarán este servicio, de modo que nosotros haremos constar la demanda por alumbrado público como

de presencia segura en cada proyecto.

La Empresa Eléctrica "Quito" S.A. aplica las diferentes tarifas residenciales bajo los siguientes criterios:

<u>TARIFA</u>	<u>APLICACION</u>
R-1	Clientes con carga conectada de hasta 100 wátios.
R-2	Clientes con carga conectada de 100-2.000 wátios.
R-3	Clientes con carga conectada superior a 2.000 wátios. o con un consumo superior a los 200 Kwh.
R-4	Igual al caso de tarifa R-3, para clientes que tienen cocina eléctrica.

Vemos pues que el 70 ú 80% de los futuros clientes de estas urbanizaciones se encasillan en la tarifa R-2 (por su carga conectada) y los restantes bien pueden distribuirse entre las tarifas R-3 y R-4.

Definiendo porcentajes tendríamos:

R-2	70-80% del total de clientes
R-3	20-25% del total de clientes
R-4	5-10% del total de clientes

Valiéndonos de los datos de archivo de la Empresa, hemos realizado un análisis del consumo que arrojan los clientes de las tarifas mencionadas de la ciudad de Quito. Se escogieron para este estudio, preferentemente urbanizaciones de segunda clase cuyos habitantes contarán con una carga conectada cualitativa y cuantitativamente similar

a la de nuestros futuros clientes de las urbanizaciones del Valle. Este estudio, que incluyó la recopilación de datos sobre consumos y cargas instaladas de 1.000 clientes de las tarifas residenciales R-2, R-3 y R-4 y comerciales C-2 y C-3 (localizados en las urbanizaciones: Pio XII, Kennedy, Quito Norte, Rumiñahui, Rosario, Jipijapa y Enrique Zaldumbide), arrojó los siguientes resultados:

a) Consumo promedio:

R-2: 65.1 Kwh/Mes/Co.

R-3: 415.4 Kwh/Mes/Co.

R-4: 652.8 Kwh/Mes/Co.

C-2: 92.3 Kwh/Mes/Co.

C-3: 421.0 Kwh/Mes/Co.

b) Cargas instaladas promedio:

R-2: 1.000 watios:

R-3: 5.000 watios

R-4: 15.000 watios

NOTAS:

- 1) Los datos anteriores, en lo que respecta a consumos, son aquellos valores promedio de la facturación correspondiente al mes de diciembre (de máximo consumo en el año) de los años 1.967, 1.968 y 1.969.
- 2) Los consumos promedio (Kwh/Mes/Co) indicados son los registrados por el medidor del cliente. Consecuentemente no incluyen el correspondiente al alumbrado público ni las pérdidas de energía en el sistema.

3) Las cargas instaladas promedio indicadas en (b) son solamente aproximadas.

Por otro lado, el Cuadro 3.6 ("Distribución de tarifas C&R; consumos promedio") nos da los siguientes promedios de consumo de los usuarios residenciales y comerciales del Valle (Sector Cantón Quito), para el período de estudio 1.963 - 1.969:

R-1: 20.7 Kwh/Mes/Co.

R-2: 44.2 Kwh/Mes/Co.

R-3: 370.7 Kwh/Mes/Co.

R-4: 595.2 Kwh/Mes/Co.

C-1: 21.8 Kwh/Mes/Co.

C-2: 75.1 Kwh/Mes/Co.

C-3: 326.0 Kwh/Mes/Co.

C-4: 646.8 Kwh/Mes/Co.

De la comparación de estos cuadros de consumos (Kwh/Mes/Co.) resulta evidente que para una misma tarifa, el abonado de la ciudad consume más que el del Valle. A nuestro juicio, estos dos valores constituirían los límites de consumo para los clientes de las urbanizaciones del Valle, en su transición de habitantes semirurales a habitantes de ciudad. Utilizaremos valores intermedios a fin de - simplificar los cálculos.

Hemos verificado por otra parte que en las urbanizaciones de la ciudad

dad, se constituyen en clientes comerciales, alrededor de un 10 ó 15% de la totalidad de abonados de la urbanización, en su gran mayoría dentro de una misma unidad habitacional residencial. Esta particularidad la trasladaremos a nuestro estudio por creerla de carácter más o menos general.

La carga instalada en alumbrado público en algunas urbanizaciones existentes de la ciudad la hemos determinado en 0.15 W por m^2 de superficie útil de terreno, promedio aproximado. En la urbanización Huertos Familiares del Valle (cuyo proyecto eléctrico se halla concluido) este índice baja a 0.07 W/ m^2 y en la urbanización Sta. Rosa cerca de Alangasí, lo hemos establecido en 0.092.

Esta variación del índice W/ m^2 se debe a la superficie de los lotes. En efecto, en el caso de las urbanizaciones de Quito, se tiene un promedio de 300-500 m^2 por lote; en la Sta. Rosa, de 1.000 m^2 y en los Huertos Familiares de alrededor de 6.000 a 7.000 m^2 . Este hecho es evidente si se piensa que mientras mayor es la superficie del lote de terreno, menor será la superficie total de vías, para una misma área urbanizada.

Lógicamente, el valor aritmético de estos índices dependerá mucho de la calidad del alumbrado público que se desee obtener, pero como este aspecto es, en nuestro medio, más que nada dependiente de la

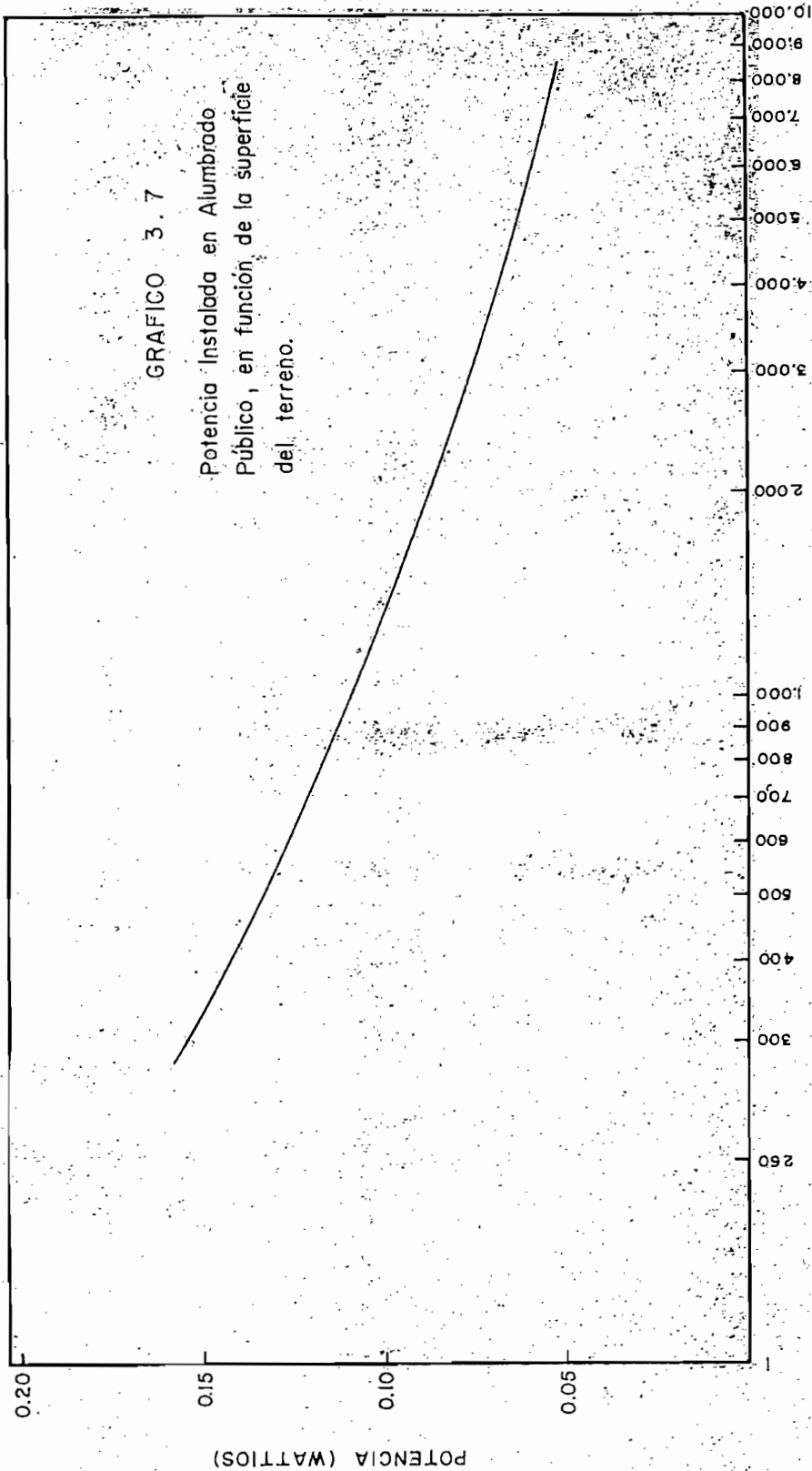
capacidad económica del habitante de la urbanización, utilizaremos estos índices con los mismos valores para nuestro estudio, ya que los clientes escogidos por nosotros para este análisis comparativo tienen características socio-económicas sensiblemente similares a las de los posibles usuarios de las urbanizaciones del Valle.

Se ha preparado el gráfico 3.7, Watios vs. m^2 , basado en los valores precedentes, a fin de facilitar la aplicación del índice a cada urbanización en particular. Aclaremos expresamente que se trata de un índice totalmente empírico, de aplicación exclusiva a nuestro caso.

La aplicabilidad de este ábaco la hemos reiterado a través de un estudio comparativo entre los valores de capacidad instalada en alumbrado público, obtenidos en el proyecto eléctrico real y por el ábaco (para el caso de varias urbanizaciones rurales de reciente proyecto eléctrico), habiéndose observado una similitud de resultados tal, que no vacilaremos en extender la aplicación de este ábaco a todos los casos que nuestro estudio requiera.

Volviendo al caso presente tendríamos:

- a) Número de nuevas urbanizaciones: 12
- b) Número total de lotes : 1.451
-Residenciales: 1.450
- c) Número total de clientes : 1.650 aprox.
-Comerciales : 200



d) Repartición de tarifas :

Residenciales	R-2 :	1.000 clientes
	R-3 :	300 clientes
	R-4 :	150 clientes

Comerciales	C-2 :	140 clientes
	C-3 :	40 clientes
	C-4 :	20 clientes

e) Repartición de Consumos:

Cientes Residenciales:

R-2 : 60.0 Kwh/Mes/Co.

R-3 : 400.0 Kwh/Mes/Co.

R-4 : 600.0 Kwh/Mes/Co.

Cientes Comerciales:

C-2 : 85.0 Kwh/Mes/Co.

C-3 : 400.0 Kwh/Mes/Co.

C-4 : 600.0 Kwh/Mes/Co.

f) Consumo promedio máximo.

Considerándose homogéneos a los clientes residenciales y comerciales, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Consumo promedio General} &= \frac{1.000 \times 60.0 + 140 \times 85.0 + 340 \times 400.0 + 170 \times 600.0}{1.650} \\ &= \underline{188.0 \text{ Kwh/Mes/Co.}} \end{aligned}$$

g) Carga por alumbrado público.

Utilizando el ábaco W vs m^2 , se tiene:

URBANIZACION	DEMANDA A.P. (KW)
Cooperativa Huertos Familiares del Valle.	28.4
Cooperativa Huertos Familiares San Gabriel	44.0
Cooperativa Huertos Familiares Mirasierra.	25.2
Hdrs. de Rafael Vásconez Gómez	18.4
La Moya	4.3
Fabara	3.4
Cooperativa Mixta de Previsión Social	6.8
Arturo Cifuentes	1.0
La Floresta	55.0
Sta. Mónica	27.0
Federación Médica	22.0
Coronel Armijos	50.0
CARGA TOTAL POR ALUMBRADO PUBLICO:	285.5 KW.

h) Carga Especial.-

Este rubro incluye aquella demanda proveniente del equipo eléctrico de uso comunitario, como: equipo de bom--

beo para el suministro de agua a la urbanización, iluminación y -
 accesorios eléctricos de edificios comunales, country-clubs, dis-
 pensarios, escuelas, etc.

Hemos arribado a la conclusión de que esta carga instalada especial
 puede cifrársela en un 0.15 - 0.25 KW/lote aproximadamente. Estas
 cifras son reales sólo para unas 3 ó 4 urbanizaciones (aquellas que
 cuentan con programas definidos de obras, y que consecuentemente, -
 pudieron suministrarnos datos suficientemente confiables); para el
 resto de los casos, a falta de datos concretos, no nos queda otra
 alternativa que extender la aplicación de los mismos factores.

Con el fin de que en este mismo índice se involucre el aspecto pe-
 queña industria, talleres, mecánicas, etc., que con seguridad se -
 instalarán en el futuro, tomaremos sus valores superiores, a par--
 tir del año 1.980 en adelante.

El cuadro siguiente nos resume, para el período de estudio, las ca-
 racterísticas y magnitud de este grupo de carga. Se ha adoptado un
 incremento en el consumo de 5 Kwh/^Mes/Co., cada 5 años.

AÑO	C L I E N T E S G E N E R A L E S		CARGA A.P. INSTALADA (KW)	CARGA ESPECIAL INSTALADA (KW)
	Nº	Consumo Máx. Promedio (Kwh/Mes/Co)		
1.970	-	-	-	-
1.971	165	188.0	28.0	35.0

AÑO	C L I E N T E S G E N E R A L E S		CARGA A.P.	CARGA ESPECIAL	
	Nº	Consumo Máx. Promedio (Kwh/Mes/Co.)	Consumo Máx. Promedio Incluído A.P. (Kwh/Mes/Co.)	INSTALADA (KW)	INSTALADA (KW)
1.972	330	188.0	242.0	57.0	70.0
1.973	495	190.0	244.0	85.0	105.0
1.974	660	190.0	246.0	114.0	140.0
1.975	825	190.0	248.0	142.0	175.0
1.976	990	195.0	250.0	171.0	210.0
1.977	1.155	195.0	252.0	299.0	245.0
1.978	1.320	195.0	255.0	228.0	280.0
1.979	1.485	195.0	256.0	256.0	315.0
1.980	1.650	195.0	256.0	285.0	350.0
1.981	1.650	200.0	261.0	285.0	350.0
1.982	1.650	200.0	261.0	285.0	350.0
1.983	1.650	200.0	261.0	285.0	350.0
1.984	1.650	200.0	261.0	285.0	350.0
1.985	1.650	200.0	261.0	285.0	350.0
1.986	1.650	210.0	275.0	285.0	350.0
1.987	1.650	210.0	275.0	285.0	350.0
1.988	1.650	210.0	275.0	285.0	350.0
1.989	1.650	210.0	275.0	285.0	350.0
1.990	1.650	210.0	275.0	285.0	350.0

B.- LOTIZACIONES, PARCELACIONES, FINCAS VACACIONEALES, etc.

Hemos reu

nido bajo este acápite todos aquellos proyectos que no contarán, en su concepción original, con los servicios de una obra urbanizada, es decir, agua potable, luz eléctrica, canalización. Esto, naturalmen-

te no será obstáculo en absoluto para que, frente a la disponibilidad ó factibilidad de contar con tales servicios, sus propietarios no se conviertan en beneficiarios voluntarios de los mismos.

Los siguientes son los proyectos en curso, y que se ejecutarán en el plazo de nuestro estudio.

<u>NOMBRE DEL PROYECTO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>
Lotización Chaupi - Tena	28 lotes de 10.000 m ² cada uno.
Lotización Sta. Isabel 1	20 lotes de 5.000 m ² cada uno.
Parcelación Agrícola Tena	60 lotes de 10.000 m ² cada uno.
Lotización Luis González	12 lotes de 500-700 m ² cada uno.
Lotización Clemencia Uhiriboga	11 lotes de 700 m ² cada uno.
Lotización Sta. Isabel 2	16 lotes de 15.000 m ² cada uno.
Fincas Vacacionales Miranda	96 lotes de 2.800 m ² cada uno.
Parcelación HH.CC.	12 lotes de 11.000 m ² cada uno.
Lotización "Niña María"	90 lotes de 3.000 m ² cada uno.
Lotización San Pedro	34 lotes de 500 m ² cada uno
Parcelación La Rivera	81 lotes de 2.000-2.500 cada uno.
Lotización Joaquina Gangotena	24 lotes de 1.500-3.500 m ² cada uno.
Huertos Familiares Velasco	30 lotes de 1.500 m ² cada uno.
Lotización El Colegio	50 lotes de 800-2.000 m ² cada uno.
Parcelación El Relicario.	25 lotes de 2.500 m ² cada uno.

Desgraciadamente de este grupo de proyectos no conocemos con mucha precisión sobre las condiciones socio-económicas de sus propietarios. Sabemos sí, que del total de proyectos, cinco (con un total de 100 lotes) son de propiedad de ex-huasipungueros de las hacien

das lotizadas y los diez proyectos restantes, con un total de -- 489 lotes, han pasado a propiedad de otras tantas personas de mejores recursos económicos, quienes los han adquirido con el propósito de obtener plusvalía de estos terrenos y eventualmente contar con un reducto vacacional ó de fin de semana.

El primer propietario, por sus características, puede ser asimilado a la tarifa R-1, cuyo consumo máximo promedio observado en el Valle de Los Chillos es de 20.8 Kwh/Mes/Co. (Ver Cuadro 3.6 "Distribución de Tarifas C&R, consumos promedio"). Los segundos bien podrían encasillarse en las tarifas R-2, R-3 y R-4. Podríamos adoptar similar repartición proporcional de tarifas que la que se utilizó para el caso de urbanizaciones.

En cuanto a alumbrado público, difícilmente puede pensarse todavía en él. La mayor parte de propietarios interrogados al respecto, no mostraron especial interés en su presencia.

Cargas especiales (bombas de agua, equipo de granja, etc.) probablemente se presenten en el futuro, para el caso de lotes agrícolas. En la actualidad los propietarios no tienen aún ninguna idea al respecto.

Se trata pues de un grupo de clientes de particular comportamiento.

Pero si pensamos en que a cierto plazo más o menos largo, estos proyectos terminarán por convertirse en urbanizados, ó sea de carácter netamente residencial, con todos los servicios como agua, luz, canalización, etc., entonces naturalmente tendremos necesariamente que considerar una carga por alumbrado público, pero ya no la correspondiente a equipo eléctrico de hacienda.

En estas condiciones, la demanda de este grupo de usuarios será similar a la del grupo anterior; pero con la diferencia que éstos recién en el año 1.975 consideramos se iniciarán en la utilización del servicio eléctrico.

Bajo estas consideraciones tendríamos:

a) Repartición de Tarifas:

R-1 : 100 clientes

R-2 : 342 clientes

R-3 : 98 clientes

R-4 : 49 clientes

Naturalmente, se presentarán con el tiempo clientes comerciales.

Adoptando iguales porporciones que para el caso anterior, se tendría:

C-1 : 10 clientes

C-2 : 35 clientes

C-3 : 10 clientes

C-4 : 5 clientes

Los consumos serán los mismos del caso de urbanizaciones. El consumo de R-1 y C-1 se lo asume igual (20.8 Kwh/Mes/Co.)

b) Consumo promedio máximo:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Promedio} &= \frac{110 \times 20.8 + 342 \times 60.0 + 35 \times 85.0 + 108 \times 400.0 + 54 \times 600.0}{649} \\ &= \frac{101.383}{649} = \underline{156.0 \text{ Kwh/Mes/Co}} \end{aligned}$$

c) Carga por alumbrado público:

Aplicando el mismo ábaco W vs. m²:

<u>Proyecto</u>	<u>Carga A.P.</u>
Chaupi-Tena	11.0
Sta. Isabel 1	9.0
Tena	22.0
Luis González	8.6
Clemencia Chiriboga	9.0
Sta. Isabel 2	7.2
Miranda	16.7
HH. CC.	4.4
Lotización "Niña María"	21.6
San Pedro	20.4
Lotización La Rivera	12.0
Joaquina Gangotena	3.5
Huertos Familiares Velasco	4.0
El Colegio	5.0
El Relicario	5.0
CARGA TOTAL POR A.P.	<u>159.4 KW.</u>

d) Carga Especial.-

Como en el caso anterior, este rubro incluye la demanda de equipos de bombeo, escuelas, edificios públicos, etc.

Utilizaremos los mismos índices anteriores.

El siguiente es el cuadro resumen de carga de este tipo de usuarios:

AÑO	CLIENTES GENERALES		CARGA A.P.	CARGA ESPECIAL	
	Nº	Consumo Máx. Promedio (Kwh/Mes/Co.)	Consumo Máx. Promedio (Incluid.A.P) (Kwh/Mes/Co.)	INSTALADA (KW)	INSTALADA (KW)
1.970	-	-	-	-	-
1.971	-	-	-	-	-
1.972	-	-	-	-	-
1.973	-	-	-	-	-
1.974	-	-	-	-	-
1.975	60	156.0	227.0	15.0	9.0
1.976	120	156.0	234.0	30.0	18.0
1.977	180	156.0	236.0	45.0	27.0
1.978	240	156.0	237.0	60.0	36.0
1.979	300	156.0	239.0	75.0	45.0
1.980	350	156.0	243.0	90.0	54.0
1.981	410	160.0	245.0	100.0	63.0
1.982	470	160.0	245.0	115.0	73.0
1.983	530	160.0	245.0	130.0	82.0
1.984	590	160.0	246.0	145.0	91.0
1.985	649	160.0	246.0	160.0	100.0
1.986	649	165.0	249.0	160.0	100.0

AÑO	C L I E N T E S N°	G E N E R A L E S		CARGA A.P.	CARGA ESPECIAL
		Consumo Máx. Promedio (Kwh/Mes/Co.)	Consumo Máx. Promedio (Incluid.A.P.) (Kwh/Mes/Co.)	INSTALADA (KW)	INSTALADA (KW)
1.987	649	165.0	249.0	160.0	100.0
1.988	649	165.0	249.0	160.0	100.0
1.989	649	165.0	249.0	160.0	100.0
1.990	649	165.0	249.0	160.0	100.0

3.3.3.2b.- Secto Cantón Rumiñahui.-

El único proyecto en curso para la zona, es la urbanización Sta. Rosa, cerca de Alangasí.

Sus características son:

Lotes : 425

Superficies: 800-1.200 m² cada lote.

Adoptando las mismas bases y criterios empleados para la determinación de la demanda futura de los clientes de las nuevas urbanizaciones del Cantón Quito, tendremos:

- | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| a) Número total de clientes : | 470 | Residenciales : | 430 |
| | | Comerciales : | 40 |
| b) Repartición de Tarifas :- | Residenciales | -R-2: | 300 clientes |
| | | -R-3: | 86 clientes |
| | | -R-4: | 44 clientes |
| | Comerciales | -C-2: | 28 clientes |
| | | -C-3: | 8 clientes |
| | | -C-4: | 4 clientes |

c) Consumo Promedio Máximo.-

$$= 188.0 \text{ Kwh/Mes/Co.}$$

d) Carga por alumbrado público.-

El ábaco watio vs. m², nos da: $P_{ap} = 38.0 \text{ KW.}$

e) Carga Especial.-

Adoptaremos índices semejantes al caso anterior (véase justificación respectiva, en el acápite 3.3.3.2a, literal h).

Según esto, tendríamos en resumen:

AÑO	C L I E N T E S G E N E R A L E S		CARGA A.P.	CARGA ESPEC.	
	Nº	Consumo Máx. Promedio (Kwh/Mes/Co)	Consumo Máxim. Promedio. (Incluíd. A.P) (Kwh/Mes/Co.)	INSTALADA (KW)	INSTALADA (KW)
1.970	-	-	-	-	
1.971	47	188.0	213.0	4.0	5.0
1.972	94	188.0	214.0	8.0	10.0
1.973	141	190.0	215.0	12.0	15.0
1.974	188	190.0	210.0	16.0	20.0
1.975	235	190.0	216.0	19.0	25.0
1.976	282	195.0	220.0	22.0	30.0
1.977	329	195.0	221.0	26.0	40.0
1.978	376	195.0	221.0	30.0	50.0
1.979	423	195.0	222.0	34.0	60.0
1.980	470	195.0	223.0	38.0	70.0
1.981-1.990	470	200.0-210.0	228.0-235.0	38.0	70.0

NOTAS:

- (1) Se ha previsto que la urbanización quedará completa para el año 1.980. De allí en adelante, la demanda se la considerará incrementada en un pequeño % anual, por la sola mejora en el consumo (de 200 a 210 Kwh/Mes/Co.)

B.- Lotizaciones.-

Conocemos sólo de un proyecto: la lotización -

Fajardo, localizada en las cercanías de Sangolquí.

Cuenta con 176 lotes de 2.500 m² cada uno.

Sobre las mismas bases de evaluación del consumo y repartición de tarifas, tendremos:

a) Número total de clientes:

Residenciales :	180
Comerciales :	20

b) Repartición de Tarifas:

R-2 :	144
R-3 :	27
R-4 :	9
C-2 :	16
C-3 :	4

c) Consumo promedio máximo:

= 140.0 Kwh/Mes/Co.

d) Carga por alumbrado público.

El ábaco wattios vs. m² da: P_{a.p.} = 35.0 KW.

e) Carga Especial.-

Se utilizarán los mismos índices anteriores.

La siguiente es la tabla resumen de características de esta lotización en el período 1.975 - 1.990.

AÑO	CLIENTES GENERALES		CARGA A.P. INSTALADA (KW)	CARGA ESPECIAL INSTALADA (KW)	
	N°	CONSUMO MAX. PROMEDIO			
		PROPIO (Kwh/Mes/Co)			(Incluid.A.P) (Kwh/Mes/Co.)
1.975	18	140.0	180.0	3.0	2.0
1.976	36	140.0	184.0	6.0	4.0

AÑO	C L I E N T E S G E N E R A L E S		CARGA A.P. INSTALADA (KW)	CARGA ESPECIAL INSTALADA (KW)
	N°	CONSUMO MAXIMO PROMEDIO		
		PROPIO Incluíd. A.P. (Kwh/Mes/Co) (Kwh/Mes/Co)		
1.977	55	140.0	190.0	10.0 6.0
1.978	73	140.0	191.0	13.0 9.0
1.979	91	140.0	192.0	16.0 12.0
1.980	109	140.0	192.0	19.0 15.0
1.981	127	145.0	198.0	22.0 18.0
1.982	145	145.0	199.0	25.0 21.0
1.983	164	145.0	200.0	29.0 24.0
1.984	182	145.0	201.0	32.0 28.0
1.985	200	145.0	201.0	35.0 31.0
1.986-1.990	200	150.0	205.0	35.0 35.0

3.3.3.3 GRUPO DE CONSUMO 3.-

Flujo Poblacional Quito-Valle de Los Chillos.

Según se mencionó, la Junta Nacional de Planificación ha llegado a determinar que en noviembre de 1.970, Quito contará con 528.094 habitantes, lo que significa que en la última década la población de la capital se incrementó en 192.294 personas. Para 1.975 se prevé que la población será de 652.294 habitantes.

Este elevado crecimiento poblacional a que hace frente la capital de la República, es lo que ha motivado los graves problemas en el campo de la vivienda, pues, para dar habitación a la población -- que aumenta, se requiere que anualmente se construyan en la ciudad

no menos de 4.000 viviendas.

Según datos del I. Municipio de Quito y de la Junta de Planificación, llegamos a la conclusión de que en la ciudad sólo se construye anualmente un 50-60% del total de viviendas requeridas. Esto demuestra claramente que el problema se vuelve rápidamente más angustioso. En efecto, en 1.955 se calculaba en la ciudad un déficit de 5.000 viviendas, mientras en 1.970 se lo estima ya en más de 20.000. Para 1.975 se prevé que este déficit habrá alcanzado - las 30.000 y para 1.980 llegar a las 40.000.

Las raíces de este problema radican fundamentalmente en factores de índole económica, como el acelerado aumento en los costos tanto de adquisición de terrenos urbanizados como de construcción, la - limitación en las prestaciones para vivienda de las entidades afines al problema, la insuficiente capacidad económica del individuo - promedio de la ciudad, etc. En estas circunstancias, entonces, no - podemos pensar en la posibilidad de hallar una solución masiva al problema, ni siquiera lograr que en adelante se pueda elevar radicalmente la proporción anual de viviendas construídas frente a las requeridas, ya que todo esto caería fuera de toda factibilidad económica, tal como están las cosas.

El pensar en las áreas circundantes a Quito como la solución a su

problema habitacional constituye de por sí un absurdo. A nuestro juicio, estas zonas, entre ellas el Valle de Los Chillos, se constituirán mas bien en una especie de posibilidad alternativa de localización residencial, ya que el flujo migratorio hacia estos sectores se ejecutará de manera firme sólo cuando se cuente con las posibilidades de proveer de manera adecuada y continua, de los servicios básicos, y cuando tal cosa ocurra, el costo del terreno urbanizado será tan alto ó por lo menos sensiblemente similar al imperante en las áreas residenciales de la ciudad.

Siendo el costo del terreno uno de los factores determinantes para la existencia del problema habitacional en la ciudad, es ilógico pensar entonces que, a igualdad de costos, estas áreas pueden constituirse en la tan buscada solución a este problema social. Lo más que puede ocurrir sería un traslado de viviendas que, pudiendo construirse en el área urbana de la ciudad, se erijan en estas zonas adyacentes, por razones de diferente índole; no precisamente económica.

Como expresamos, este flujo poblacional será realmente importante cuando existan las suficientes facilidades en las áreas de migración.

Casi sin excepción, a ninguna de tales áreas se la puede conside-

rar como lista para constituirse en verdadero centro urbano, pues, indistintamente carecen, ya de suficientes obras viales, ya de ser vicios básicos, etc.

La conclusión de estas obras, y por ende, la habilitación urbanística de estos sectores, llevará aún cierto tiempo, ya que demandará de las respectivas entidades encargadas, fuertes inversiones, a las que todavía muchas de ellas no están económicamente preparadas.

Carecemos de datos que nos lleven a determinar los plazos en los que tales áreas puedan constituirse en zonas urbanas, pues este problema no ha sido enfocado aún debidamente por las autoridades respectivas.

Queda entonces, a nuestro criterio, el definir plazos, magnitudes, índices, etc. que nos lleven a la evaluación de los parámetros eléctricos, indispensables para el ulterior diseño del sistema de distribución de Los Chillos.

De cualquier forma, es imprescindible que en el actual decenio se a rribe a una consciente preapración urbanística de las zonas adyacen tes a Quito. Entonces el crecimiento urbano de la capital habrá de de jado de circunscribirse al área de la ciudad actual, para paulatinamente descentralizarse y explotar el potencial urbano de esas nue vas zonas.

En el caso del Valle, la construcción de una vía rápida de acceso a la capital y la conclusión del Proyecto Pita-Tambo de suministro de agua potable, constituirán factores determinantes para la aceleración del proceso migratorio. Por otro lado, el servicio eléctrico integral jugará, a no dudarlo, un papel muy importante en este proceso.

Si asumimos la confluencia simultánea de todas estas obras, entonces el verdadero proceso urbanístico del Valle se habrá automáticamente iniciado.

Ahora, la evaluación cualitativa y cuantitativa de las construcciones que con fines residenciales se localicen en el Valle, presenta serios obstáculos.

En primer lugar, ningún organismo oficial cuenta todavía con proyecto ó planes específicos que cubran el desarrollo urbanístico de los valles vecinos a Quito, sólo se tienen vagos anteproyectos ó simples ideas al respecto, de modo que no contamos con datos reales sobre los que podamos sentar firmes bases de cálculo de carga.

En segundo lugar, su desarrollo mismo obedecerá a la conjunción de muchos factores socio económicos de muy difícil predicción.

Por otro lado, tratándose de una carga de similares características que la de los otros Grupos de Consumo presentes en el Valle,

tenemos necesariamente que involucrarla en el diseño del sistema de distribución general. No podemos entonces, como en el caso del Grupo de Carga 5 (Industrial nuevo), tratarla de manera separada, en busca de fuentes de alimentación independientes.

En estas condiciones, es de interés sobresaliente el llegar a definir siquiera en forma algo aproximada la magnitud de la carga presente en el Valle por concepto de migración.

Más adelante veremos que la determinación exacta de tal ó cual rubro de consumo no es de importancia capital, ya que, conscientes de la inseguridad de nuestras conclusiones, daremos al sistema de distribución mismo una amplia capacidad de desarrollo conforme al incremento de carga lo demande, sin que esto incida mayormente en el aspecto económico del proyecto.

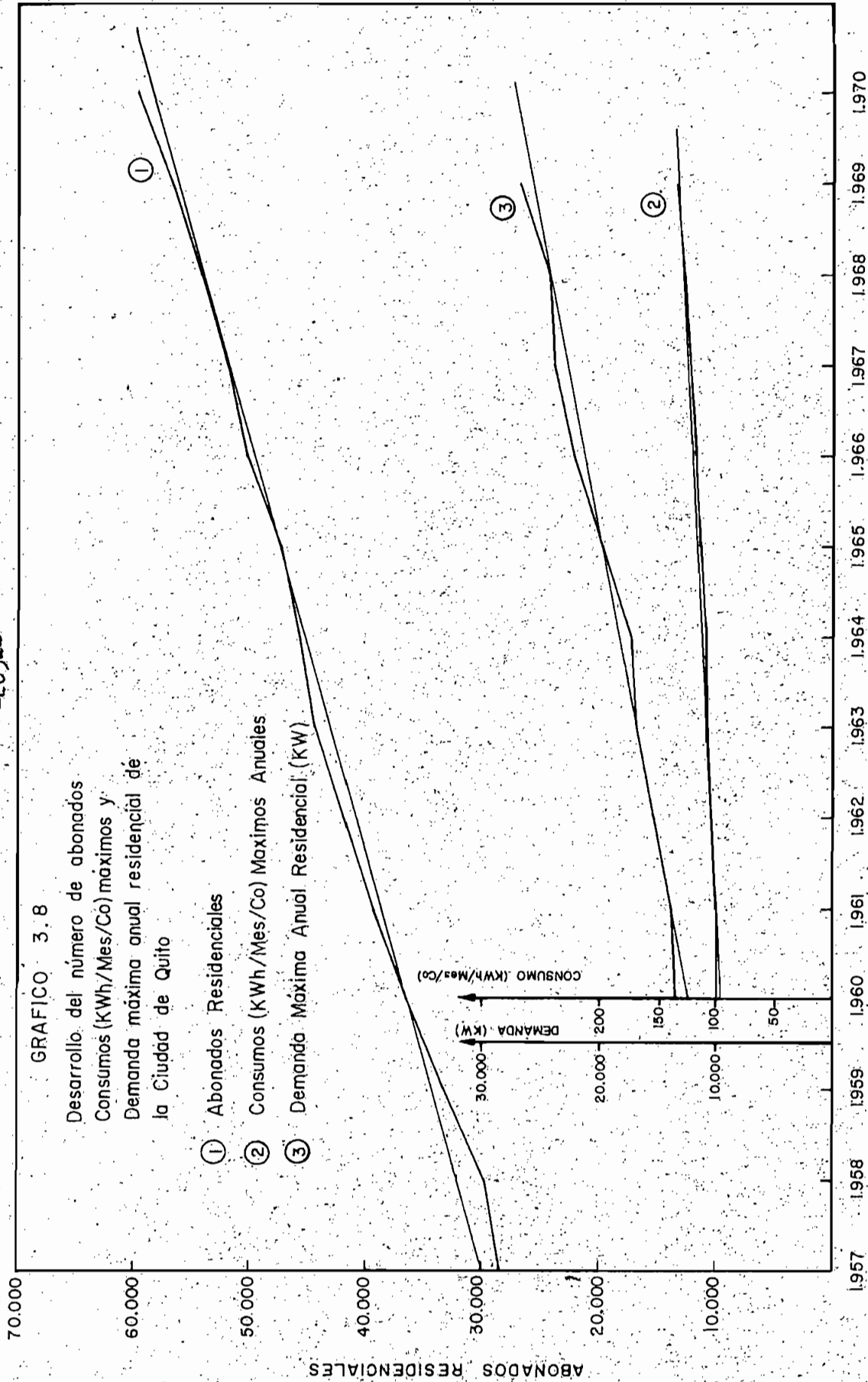
Se han preparado los gráficos 3.8 y 3.9 que nos dan, respectivamente, el desarrollo de la demanda de carga residencial y de las construcciones residenciales en la ciudad de Quito.

Asumiendo el año 1.975 como el de iniciación del flujo poblacional residencial hacia el Valle, se han trazado las curvas (2) y (3) del gráfico 3.9, que nos dan, respectivamente, el número estimado de viviendas a localizarse cada año en las nuevas áreas residenciales, y su respectiva demanda máxima coincidente, basa-

GRAFICO 3.8

Desarrollo del número de abonados
Consumos (KWh/Mes/Co) máximos y
Demanda máxima anual residencial de
la Ciudad de Quito

- ① Abonados Residenciales
- ② Consumos (KWh/Mes/Co) Máximos Anuales
- ③ Demanda Máxima Anual Residencial (KW)



≈205b≈

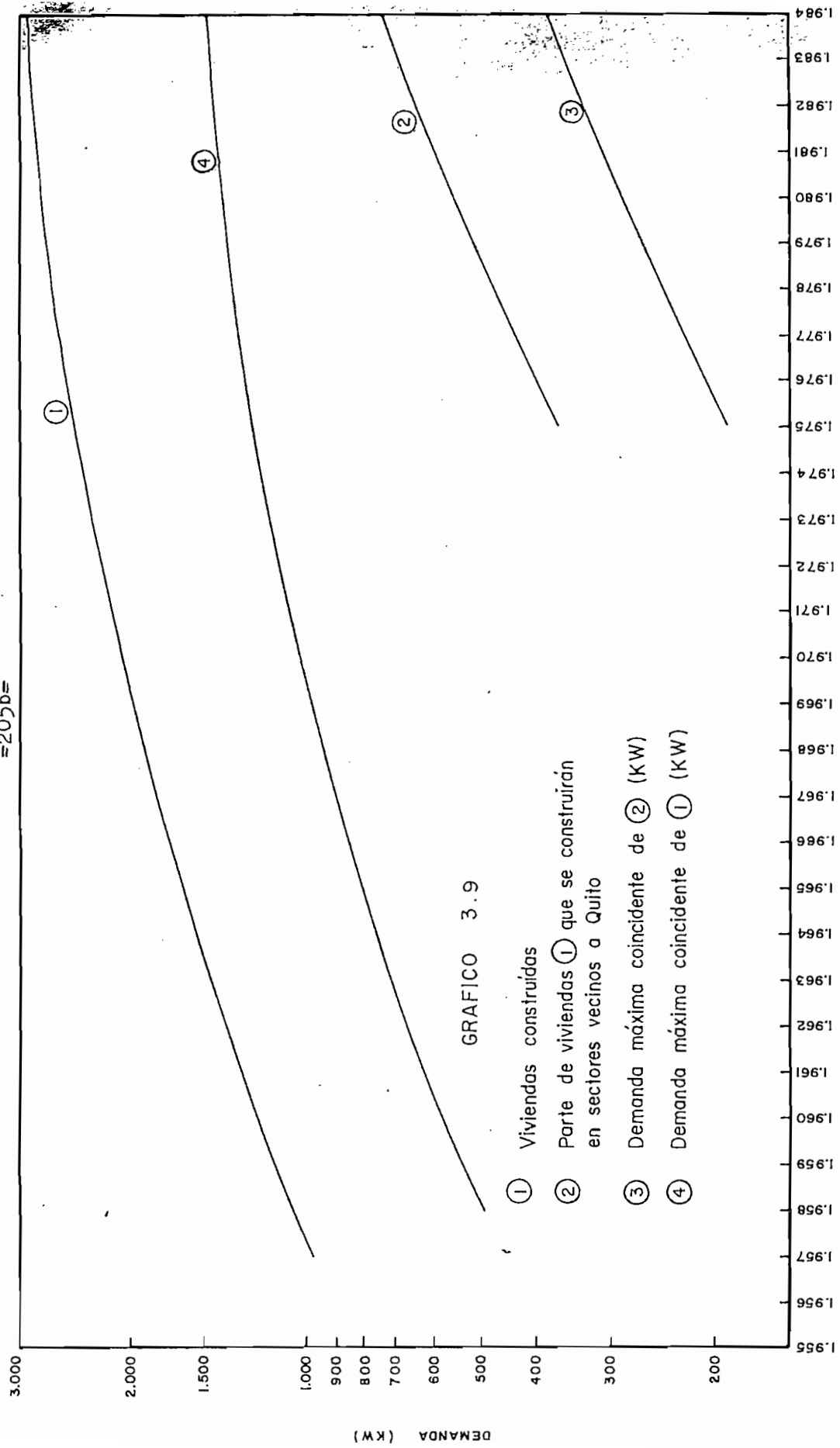


GRAFICO 3.9

- ① Viviendas construidas
- ② Parte de viviendas que se construirán en sectores vecinos a Quito
- ③ Demanda máxima coincidente de ② (KW)
- ④ Demanda máxima coincidente de ① (KW)

da en un consumo unitario máximo promedio de 150.0 Kwh/Mes/Co. -- (valor deducido de la curva (2) del gráfico 3.8).

Ahora bien, la evaluación de estas magnitudes (viviendas y demanda) obedece únicamente y en forma exclusiva a nuestra forma de -- ver las cosas. Hemos asumido que desde 1.975 en adelante, un 15% aproximadamente del total de viviendas residenciales por construir se, se localizarán en las áreas urbanas nuevas. Este porcentaje -- creemos es justo para un comienzo; posteriormente puede incrementarse poco a poco, por la creciente dificultad de construir en la capital y por la paulatina ampliación ó mejora en los servicios -- básicos en el Valle y la construcción de nuevas y mejores vías de enlace con la Capital.

Teóricamente, este número total de viviendas debería repartirse -- entre tantas zonas de potencial urbanístico previsto, (esto es: -- Valles de Tumbaco y Los Chillos y zonas de Calderón y Pomasqui), -- de acuerdo a las posibilidades de cada una de ellas. Lógicamente, esto resulta sumamente difícil e imprevisible, por lo que descartaremos esta forma de evaluación.

Si a estas cuatro zonas damos iguales posibilidades y probabilida des de desarrollo urbanístico, resulta evidente que a cada una de ellas le correspondería un 25% del total anual de construcciones

residenciales. En el caso de los valles de Tumbaco y Los Chillos, la proliferación de lotizaciones, urbanizaciones, etc., y la gran aceptación e interés que despiertan en el medio ambiente ciudadano, nos lleva a pensar que quizá estas dos zonas tengan un potencial urbanístico inmediato superior al de los demás.

Con esta consideración de por medio, podría decirse que a estos dos Valles les corresponda un 30-35% del total a cada uno.

Siendo así, y para en todo caso tratar de tomar los límites máximos superiores posibles de carga, asumiremos que al Valle de los Chillos le corresponde un 45% de este total de carga residencial. Esto queda grafizado en el gráfico 3.10, curvas (1) y (2). Para estas grafizaciones, el consumo se lo ha incrementado en la misma rata que lo ha hecho en el período 1.960 - 1.969. Para el lapso 1.975 - 1.979 se ha considerado un consumo máximo unitario promedio de 145.0 Kwh/Mes/Co., de 150.0 para el período 1.980-1.984 y de 155.0 desde 1.985 en adelante.

Al número de clientes residenciales indicado en el gráfico 3.10 - (Curva 1) debe necesariamente agregarse aquellos comerciales que con el tiempo se presentarían. Como en el caso anterior, los estimaremos en un 10-15% del total residencial.

Por otro lado, existirá también alumbrado público. Asimismo, para

=207a=

① CLIENTES
② DEMANDA MAXIMA (KW)

4.000
3.000
2.000
1.500
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200

①

②

GRAFICO 3.10

Número de clientes residenciales y demanda máxima del Grupo de consumo 3, esperado para el periodo 1975 - 1.990 en el Valle de los Chillos

1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989

evaluar la magnitud de esta carga, nos valdremos del ábaco wátios vs. m^2 , para superficies de lotes entre 300 y 500 ó 600 m^2 .

La carga especial, proveniente de edificios públicos, escuelas, - etc. la determinaremos en 0.1-0.2 Kwh/lote (ó lo que es lo mismo, KW/abonado residencial).

La carga de este grupo de consumo lógicamente se distribuirá indis tintamente sobre el área del Cantón Quito y Rumiñahui del Valle, de tal manera que para poder mantener el sistema de evaluación de demanda por cantones, tendremos que asumir una determinada distri bución. Quizá la más acertada sea de acuerdo a la superficie te-- rritorial. Según esto, bien podría pensarse en que unas 2/3 partes del total de este Grupo de Consumo, se localice en el área del -- Cantón Quito y la tercera parte restante lo haga en el área canto nal de Rumiñahui.

Vale aclarar que, aunque gran parte del Grupo de Consumo anterior básicamente pertenece a éste que lo denominamos 3, los hemos -- separado por tratarse el primero de una carga de magnitud bastan te bien definida, mientras este otro, es un Grupo de consumo de -- magnitud muy incierta.

El siguiente cuadro nos da el resumen de las características de -- este Grupo de Consumo:

AÑO	C L I E N T E S G E N E R A L E S		CARGA A.P.	CARGA ESPECIAL	
	Nº	CONSUMO MAX. PROMEDIO (Kwh/Mes/Co)	CONSUMO MAX. PROMEDIO Incluid.A.P. (Kwh/Mes/Co)	INSTALADA (KW)	INSTALADA (KW)
1.975	180	145.0	166.0	9.0	30.0
1.976	378	145.0	166.0	23.0	50.0
1.977	594	145.0	166.0	36.0	70.0
1.978	829	145.0	166.0	50.0	100.0
1.979	1.086	145.0	166.0	65.0	120.0
1.980	1.368	150.0	170.0	82.0	140.0
1.981	1.665	150.0	170.0	96.0	160.0
1.982	1.971	150.0	170.0	111.0	200.0
1.983	2.289	150.0	170.0	126.0	240.0
1.984	2.673	150.0	170.0	144.0	280.0
1.985	3.030	155.0	175.0	164.0	320.0
1.986	3.460	155.0	175.0	187.0	360.0
1.987	3.860	155.0	175.0	208.0	400.0
1.988	4.270	155.0	175.0	230.0	450.0
1.989	4.690	155.0	175.0	255.0	500.0
1.990	5.110	155.0	175.0	276.0	550.0

3.3.3.4. GRUPO DE CONSUMO 4.-

Centro poblados y caseríos existentes,
sin servicio eléctrico. Otros clientes.

3.3.3.4a.- Sector Cantón Quito.-

Existen unos pocos centros pobla-
dos, cuyos moradores pueden, con seguridad, ser considerados clientes

tes potenciales del servicio eléctrico. Estos son:

(1) Píntag	220 clientes
Cuendina	100 edificaciones
San Miguel de Collacoto	30 edificaciones
Zanjaloma	40 edificaciones
San Juan de la Tola	40 edificaciones

NOTAS: (1) Actualmente con servicio eléctrico proveniente de una central hidroeléctrica de propiedad de la Cooperativa de la Junta Parroquial.

A más de estas poblaciones, existen un sinnúmero de pequeños caseríos y viviendas diseminadas por toda el área, sin conformar verdaderos centros poblados.

El servicio eléctrico de estas personas es bastante más complicado ya que se trata de individuos de muy escasos recursos económicos, por lo tanto incapaces de costearse la compra ó arriendo de un transformador y su correspondiente acometida e instalación. El que la Empresa tome a su cargo este servicio, no tendría ninguna lógica, dada la nula rentabilidad resultante de la inversión necesaria para entregar un servicio en áreas de bajísima densidad de población. Luego, la única posibilidad de servicio sería a través de clientes mayores cercanos, ó en el futuro, con la formación de centros de consumo más densos.

El número total aproximado de tales viviendas es de 800, esparcidas en un área de unos 40 Km². No consideraremos su eventual demanda, por tratarse de clientes sumamente improbables, y caso de algunos de ellos llegar a serlo, su consumo será realmente insignificante.

Volviendo al caso de las poblaciones, evaluemos las posibilidades de cada una de ellas.

PINTAG.-

En el año 1.966 se efectuó una encuesta sobre las características del sistema de distribución de la población, por parte de funcionarios de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. De sus resultados concluimos lo siguiente:

Abonados existentes : (1.966) 180 (a tarifa fija)

Consumo máximo promedio : Aproximadamente 17.0 Kwh/Mes/Co.

Abonados especiales : 2 (1 molino: 3.0 KW y un aserradero:2.5 KW)

Alumbrado Público: 4.0 KW.

La demanda máxima coincidente sobre el sistema es (en 1.966) de unos 40.0 KW aproximadamente.

Las características de los clientes son muy similares a las de las otras poblaciones del cantón, como Atahualpa, Rmasqui, etc. Sobre esta base, entonces, podríamos muy bien suponer similar comporta-

miento frente a un nuevo servicio eléctrico (caso de Pomasqui, -- San Antonio, etc.):

- a) Tasa de desarrollo de abonados:
- 4% anual (período 1.966- - 1.975. Tasa observada en - poblaciones con servicio e léctrico de generación pro pia).
 - 10% → 7% anual (período 1.976 1.990).
- b) Consumo máximo promedio general (Incluido A.P.)
- 28.0 Kwh/Mes/Co (período - 1.966-1.975. Según experien- cia de poblaciones simila- res, no mejora el consumo)
 - 30.0 → 45.0 Kwh/Mes/Co. (pe- ríodo 1.976-1.990)
- c) Cargas Especiales.-

Se trata de un renglón de carga de difícil evaluación. En todo caso, no creemos que llegue a ser realmen- te de importancia. Se considerará un valor nominal, de acuer- do a experiencias en otras poblaciones similares.

Tendríamos en resumen:

AÑO	CLIENTES GENERALES N°	CONSUMO MAXIMO PROMEDIO (Incluid. A.P.) (Kwh/Mes/Co)	CARGA ESPECIAL INSTALADA (KW)
1.975	300	28.0	15.0
1.976	327	30.0	15.0
1.977	356	30.0	15.0

AÑO	CLIENTES GENERALES N°	CONSUMO MAXIMO PROMEDIO (Incluid.A.P.) (Kwh/Mes/Co.)	CARGA ESPECIAL INSTALADA (KW)
1.978	385	35.0	15.0
1.979	419	35.0	20.0
1.980	452	35.0	20.0
1.981	483	35.0	20.0
1.982	516	35.0	25.0
1.983	552	40.0	25.0
1.984	590	40.0	25.0
1.985	631	40.0	30.0
1.986	669	40.0	30.0
1.987	709	40.0	30.0
1.988	744	45.0	40.0
1.989	781	45.0	40.0
1.990	820	45.0	50.0

San Miguel, San Juan, etc.-

Se tienen en total unas 200 viviendas de tipo humilde. Su consumo perfectamente puede encasillarse en el correspondiente a las tarifas R-1 y C-1 mínimas de la Empresa.

El desarrollo de las edificaciones se basa en datos de la Junta - de Planificación.

Asumiremos que para finales del período de estudio se electrificará el 100% de estas edificaciones, tomándose a razón de 1 cliente

general (R-1 ó C-1) por edificio.

No consideraremos ninguna carga especial

Se tendrá:

AÑO	CLIENTES GENERALES N°	CONSUMO MAXIMO PROMED. (Incluid. el A.P.) (Kwh/Mes/Co.)
hasta 1.975	--	--
hasta 1.980	80	30.0
hasta 1.985	160.	35.0
hasta 1.990	240	35.0

Otro renglón de demanda que incluiremos en este Grupo de Consumo es aquél conformado por propietarios de haciendas, granjas, etc., que tomarán servicio tan pronto existan disponibilidades para ello.

Según encuestas personales realizadas en 1.969 y 1.970 en el lugar, concluimos que esta carga asciende a unos 75.0 KW aproximadamente (carga instalada).

Aunque son propiedades diseminadas sobre una zona extensa, se trata de personas capaces de costearse sus propias acometidas y transformadores para su servicio particular.

Podría talvez considerarse un crecimiento de carga durante el período de estudio pero como no perseguimos resultados exactos,

bien podríamos redondear la cifra anterior a unos 100.0 KW totales, válidos hasta 1.990. Esta carga la incluiremos en el rubro "Carga Especial", ya que principalmente se trata de la proveniente de equipo eléctrico de hacienda.

3.3.3.4b.- Sector Cantón Rumiñahui.-

El único centro poblado de relativa importancia, sin servicio eléctrico, es San Nicolás con unas 40 edificaciones.

Bajo similares consideraciones que las del acápite anterior, esto nos significaría para 1.980 unos 10.0 KW y unos 20.0 KW para 1.990.

Como en el sector del Cantón Quito, aquí se tiene una gran cantidad de viviendas dispersas, que no se considerarán para el proyecto.

Algunas haciendas del lugar se sirven a través del sistema de Sangolquí, y otras como Chillo Ordóñez y Pinllocoto, por medio de un pequeño sistema de distribución a 2.3 KV que se origina en la Central de Los Chillos.

Varias otras haciendas del lugar han solicitado servicio (San Miguel, Pitichubamba, El Prado, San Alfonso, etc.) cuya carga instalada total prevista por sus propietarios asciende a 115.0 KW en 1.969, lo que significaría quizá unos 150.0 KW para finales del período de estudio. Esta carga la incluiremos en el rubro "Carga

Especial" ya que no se trata exclusivamente de carga residencial, - sino, y principalmente, de equipo eléctrico de hacienda.

3.3.3.5.- Evaluación de la Demanda Coincidente Total del Valle.-

Esta evaluación la haremos en dos partes: la correspondiente al sector del Cantón Quito, y la del sector del Cantón Rumiñahui.

Resumiendo los valores obtenidos para cada uno de los cuatro Grupos de Consumo, obtendremos las demandas máximas coincidentes que se - ilustran en los cuadros 3.11 y 3.12.

Del tipo de Carga Especial correspondiente a cada Grupo de Consumo, hemos determinado tan sólo su carga instalada. Necesitamos conocer su aporte de carga a la hora de máxima demanda.

En rigor, deberíamos separar los diferentes tipos de carga componentes de este tipo Especial: Industrial, Instituciones, etc. de tal forma de hacer la evaluación de sus características (demanda y coincidencia) en forma particular, para luego relacionarlos entre ellos y finalmente con el Grupo General.

Esta secuencia de trabajo no es practicable en nuestro caso; pues hemos sencillamente determinado una carga instalada especial total, sin detenernos a predecir el valor correspondiente a cada uno de - los tipos de carga constitutivos. En estas condiciones entonces, -

se impone el efectuar la evaluación de las características del -- Grupo Especial como un todo, sin que esto, en la práctica, signifique necesariamente acarrear un error en la cuantificación de -- las demandas, ya que en el terreno subjetivo en que hemos venido trabajando, esto es sólo una de tantas suposiciones que nos hemos visto obligados a adoptar.

Por experiencia del comportamiento de la carga especial existente en el sistema de distribución Guangopolo-Conocoto, la relación en tre su demanda máxima coincidente a la hora pico (a nivel de central), y su carga instalada, es de aproximadamente 0.30. Este valor es el producto de tres factores: Factor de Demanda por Factor de Coincidencia (1) por Factor de Coincidencia (2)

Siendo:

F coincid. (1): Factor de Coincidencia entre miembros del mismo grupo.

F coincid. (2): Factor de Coincidencia entre el Grupo Especial y el General.

Ahora bien, en la ciudad de Quito la industria arroja un factor de demanda promedio entre 0.6 y 0.7, según experiencia de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. Si adoptáramos este factor (0.7), tendríamos que el producto $F \text{ coine. (1)} \times F \text{ coine. (2)} \approx 0.4$, lo que -- significaría que cada factor de coincidencia sería tan alto como 0.6 - 0.7. Esto puede ser real para un reducido número de abonados

especiales, como ocurre en el Valle en la actualidad (unos 35).

Pero, con el incremento de su número, estos dos factores de coincidencia se verán indefectiblemente reducidos.

De cualquier forma, y con el fin de tomar todavía mayores precauciones, hemos decidido mayorar este valor de 0.30 a 0.35.

Así se ha obtenido, a partir del rubro "Carga Instalada Especial" el rubro "Demanda Máxima Coincidente Especial" del cuadro 3.12.

El renglón "Demanda Máxima Coincidente Total" de ese mismo cuadro es el resultado de la suma aritmética de los dos rubros anteriores. Estos valores se dan, en forma separada, para cada área cantonal del Valle.

La "Demanda Máxima Coincidente Total del Valle" es la resultante de la superposición de los rubros "Demanda Máxima Coincidente Total" de cada área cantonal. Esta magnitud, será, a nuestro juicio, menor que su adición aritmética, por la diversidad adicional introducida con el aumento del número de clientes especiales. Sinembargo, también aquí hemos optado por brindar a nuestra evaluación final, de una seguridad adicional, al considerar como demanda máxima coincidente sobre las fuentes de suministro, la suma aritmética de las dos "Demandas Máximas Coincidentes Totales".

Estas serán pues, las capacidades de suministro exigidas para cada año de operación del sistema:

3.4 INTRODUCCION AL PROYECTO DE ELECTRIFICACION DEL VALLE DE LOS CHILLOS.-

3.4.1 ANTECEDENTES.-

Se ha justificado la necesidad de emprender en la ejecución de un sistema integral de distribución y se han determinado las exigencias de energía eléctrica del Valle de Los Chillos para cada año del período 1.975-1.990. Naturalmente, las estimaciones efectuadas para un plazo de 20 años adelante, resultan ser, cada año, progresivamente más inseguras. Nuestra idea de haber efectuado una evaluación tan a largo plazo, obedece principalmente a dos razones: Primera, el hecho de que la puesta en operación del Sistema de Distribución del Valle esté sujeta a factores de índole económica de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., hará que quizá recién en 1.975 se haga realidad el proyecto, lo cual nos sitúa ya sólo 15 años detrás del año final del período de estudio (1.990). Segunda, - el que se trató de alcanzar con nuestras predicciones de demanda una época en que los límites de densidad residencial fueran lo suficientemente elevados como para justificar la operación de un nuevo o nuevos sistemas de distribución de características amoldadas al desarrollo urbanístico y de la carga de cada urbe.

Además, el contar con datos de más alcance, aunque exentos de precisión, brindará al proyectista una mayor flexibilidad para esco-

ger el equipo requerido, que siendo estándar, logre cubrir, en condiciones económicas justificables, el mayor plazo de servicio eléctrico posible.

3.4.2 CRITERIOS SOBRE EL PROYECTO.-

La justificación de la necesidad de dotar de servicio eléctrico a la zona es sólo una parte del problema. Realmente este estudio tendría poco o ningún significado si es que no determináramos la factibilidad de llevar a cabo tal - proyecto de electrificación.

En el aspecto técnico, un breve examen de prefactibilidad nos hace concluir que no existe obstáculo insuperable alguno.

En primer lugar, como es lógico, está el examen de las probabilidades de alimentación al sistema eléctrico a proponerse.

Veamos cuáles son las disponibilidades que para este fin pueden considerárselas en el sector:

- a) El Valle de Los Chillos es atravesado por una línea de transmisión de energía de propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito" - S.A., que parte de la Central Hidroeléctrica de Los Chillos -- (1.8 MW) y llega a la subestación Sur del sistema de distribución de Quito.

Esta línea opera actualmente a 22 KV, pero en un próximo futu-

ro pasará a 46 KV y desviarse hacia Guangopolo, donde se efectuará la interconexión de sistemas, centralización y distribución de toda la energía eléctrica generada por las centrales de propiedad de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. El derivar desde esta línea la alimentación a una subestación de distribución convenientemente localizada en el sector, no presentaría obstáculo alguno.

- b) La línea de transmisión (a 46 KV) Pasochoa-Guangopolo que llevará la energía desde la central Pasochoa (4.5 MW) hasta Guangopolo, para la distribución de Quito, será puesta en operación al tiempo que la central (1.973). Esta línea atravesará el Valle de Sur a Norte y podría tomársela como alimentación sea principal ó alternativa de nuestra subestación.
- c) La misma Central Hidroeléctrica de Guangopolo puede ser considerada como una tercera posibilidad de alimentación. Esta, en todo caso, parece mucho menos deseable que cualquiera de las dos anteriores, por su distancia al centro actual (y con seguridad futura) de carga del Valle, y su consecuente incidencia sobre los costos de alimentación a la subestación.
- d) Instalar una central térmica en un lugar del Valle de Los -- Chillos, sobre la ruta del oleoducto que transportará el pe-

tróleo oriental a las costas del Pacífico.

Inicialmente, esta central utilizaría el combustible en forma cruda, y posteriormente, con la instalación de la proyectada refinería, que será necesariamente cerca de Quito, utilizaría el residuo pesado de la refinación del petróleo.

El abastecimiento eléctrico local del Valle a través de esta central sería sólo su objetivo secundario. Por sus características y capacidad generadora de que sería dotada, se constituiría en un eficaz apoyo para la generación hidráulica de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A., pues una central de este tipo - presenta múltiples ventajas: costos de operación quizá comparables con los de proyectos hidráulicos mayores, construcción - más sencilla y a plazo menor; su costo unitario es también menor. Además, presenta la ventaja de que un alto porcentaje de su costo (del 75 al 80%) lo representan inversiones en moneda extranjera, con lo que el problema de financiación se reduce en magnitud.

Esta central alimentaría el sistema eléctrico del Valle, ya - sea directamente (si se la puede localizar cerca del centro - de carga del área) ó a través de un primario de alimentación a una subestación transformadora.

Caso de ubicársela en el centro de gravedad de la carga del área, ó cerca de él, se habría solucionado, en parte, el -- problema que se opone al suministro simultáneo a los dos tipos de carga, general e industrial, pues no existiría ya el factor fundamental que nos impedía hacerlo, cual es la limitación impuesta por la capacidad de una subestación de distribución. Subsistiría sinembargo el riesgo de tener que dimentar todos los circuitos de distribución en base a me- ras estimaciones sobre la magnitud de la demanda futura.

En cuanto a la distribución de energía eléctrica, todo se reducirá a definir parámetros eléctricos y determinar aquél equipo que con la máxima economía en su adquisición, operación y manteni--- miento, sea capaz de brindar un óptimo servicio, amoldado a las características, ubicación y evolución de la carga.

En el aspecto económico, la inversión en este sistema rural le - reportará con seguridad a la Empresa Eléctrica "Quito" una renta bilidad muy superior a la de cualquiera de sus obras de electrificación rural existentes, tanto por la creciente densidad de car- ga en el sector, como por la máxima economía y eficacia de operación que se dará al sistema.

El factor económico no representa, desde el punto de vista de la Empresa, obstáculo alguno.

Quedaría entonces, a juicio nuestro, teóricamente superado el pro
blema técnico y económico de llevar a cabo este proyecto.

Hablábamos de una forma de alimentación independiente para el Gru
po de Consumo 5 (Industrial Nuevo).

Por su carácter, este tipo de carga es de prácticamente imposible
previsión en cuanto a magnitud y desarrollo. Siendo así, se impo-
ne el tomar precauciones a fin de contar con una gran flexibili-
dad en la alimentación para llevar a cabo este servicio, cuando -
se presente y en la magnitud que fuera.

Los riesgos a que nos expondría un servicio común a lds cargas --
general e industrial: abarrotar prematuramente uno ó varios compo-
nentes del sistema de distribución ó en su defecto incurrir en cos
tos, y quizá innecesarios, sobredimensionamientos de los mismos,
ó simplemente verse avocado a una negativa de servicio por incapa-
cidad de atenderlo, creemos justifican nuestro criterio sobre la
necesidad de proveerlas de alimentaciones independientes.

Es, fundamentados en estas consideraciones, que hemos decidido a-
bandonar la idea de servir este tipo de carga a través del siste-
ma de distribución general, para pasar a definirnos por alguna --
forma de alimentación independiente.

Paralela a la regulación del aspecto urbanístico del Valle, se de

bería propender a una eficaz zonificación industrial, indispensable desde todo punto de vista, inclusive el de la dotación de servicios básicos en forma preferencial: agua y luz eléctrica.

En el aspecto servicio eléctrico, esta zonificación de que hablamos jugará un papel fundamental, pues, sólo reduciendo el área industrial a unas pocas zonas bien delimitadas, será practicable este sistema de servicio que proponemos.

Así, estas zonas industriales podrían servirse a través de primarios trifásicos a 46 KV derivados directamente de cualquiera de las dos líneas de transmisión (Los Chillos ó Pasochoa) y subestaciones locales, ó por medio de primarios expresos a tensiones adecuadas, (quizá también subestaciones transformadoras) caso de realizarse la instalación de una central térmica en el área.

Estas formas de alimentación tienen justamente la especial flexibilidad de aceptación de carga de que hemos hablado anteriormente, dado que tomándose directamente fuentes de gran capacidad, recibirán, en todo momento, el aporte de potencia proveniente, en el primer caso, de todo el sistema interconectado, y de la central térmica local, en el segundo, sin supeditar la disponibilidad de energía eléctrica a la capacidad de un primario común ó a la de una subestación de distribución general.

En esta forma, se capacitará la Empresa para atender cualquier demanda de servicio, prácticamente sin limitaciones y en las mejores condiciones, todo lo cual redundará en mutuo beneficio tanto para ésta como para los consumidores del Valle.

3.5 E P I L O G O.-

Hasta aquí cubre el contenido de esta Prime ra Parte del Estudio de Electrificación del Valle de Los Chillos. Se ha analizado la importancia de la Electrificación Rural y se ha insistido en la necesidad de fomentarla, como obra básica de infraestructura, en el país.

Tomada el área de servicio de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. - como ejemplo típico para nuestro estudio, hemos justificado la ne cesidad de emprender en una electrificación rural moderna, inte-- gral, y se ha escogido, para beneficio inmediato de esta obra, - una zona que reuniera especiales condiciones para ello: el Valle de Los Chillos.

De ésta hemos recopilado datos estadísticos y preparado un estu-- dio de demanda futura, base sobre la que sustentará la planifica ción y diseño del Sistema Integral de Distribución del Valle, -- que serán objeto de la Segunda Parte de este Estudio.

B I B L I O G R A F I A

LIBROS

Bernhardt G.A. Skretzki

ELECTRIC TRANSMISSION AND DISTRIBUTION

Editado por: Mc Graw - Hill Book Company Inc, N.Y. 1.954

Archer E. Knewlton

MANUAL ESTANDAR PARA INGENIEROS ELECTRICOS

Editado por: Mc Graw - Hill Book Company Inc., NY. 1.957

Unus F. Earp

RURAL ELECTRIFICATION ENGINEERING

Editado por: Mc Graw - Hill Book Company Inc., N.Y. 1.950

Gaundencio Zeppetti Júdez

REDES ELECTRICAS DE DISTRIBUCION

Editado por: Editorial Gustavo Gili, S.A. España 1.951

Central Station Engineers of the Westinghouse Electric Corporation
ELECTRICAL TRANSMISSION AND DISTRIBUTION REFERENCE BOOK

Editado por: Westinghouse Electric Corporation 1.950

Ing. Agustín Riu

ELECTRICIDAD EN EL CAMPO

Editado por: Editorial Radio Lectura, Argentina.

Electric Utility Engineers of the Westinghouse Electric Corp.
DISTRIBUTION SYSTEMS REFERENCE BOOK

Editado por: Westinghouse Electric Corporation 1.965

REVISTAS Y PUBLICACIONES

DEMAND TABLES. Bulletin 45-2

Publicado por: REA (Rural Electrification Administration) Junio 1.963

VOLTAGE DROP CALCULATIONS. Bulletin 45-1

Publicado por: REA. Marzo 1.957

ELECTRIC POWER USE AND SALES PROMOTION PROGRAM. Bulletin 140-4

Publicado por: REA. Junio 1.968

GUIDE FOR MAKING A SECTIONALIZING STUDY ON RURAL ELECTRIC SYSTEMS

Bulletin 61-2

Publicado per: REA. Marzo 1.958

OUTAGE RECORDS AND RECORDS OF OPERATIONS AT SECTIONALIZING POINTS

Bulletin 161-1R1

Publicado per: REA. Febrero 1.956.

ESTIMATES OF KWh CONSUMPTION AND POWER REQUIREMENTS. Bulletin 120-1

Publicado per: REA. Agosto 1.960

PROFITS FROM ELECTRIFIED FARMS. Bulletin 140-6

Publicado per: REA. Abril 1.955

SERVICE RELIABILITY. Bulletin 60-7

Publicado per: REA. Junio 1.960

PREPARATION OF PLANS AND SPECIFICATIONS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION FACILITIES OF DISTRIBUTION TYPE. BORROWERS. Bulletin 81-9

Publicado per: REA. Octubre 1.965.

SYSTEM PLANNING GUIDE FOR ELECTRIC DISTRIBUTION SYSTEMS

Bulletin 60-8

Publicado per: REA. Octubre 1.967

FINANCIAL FORECAST - ELECTRIC DISTRIBUTION SYSTEMS. Bulletin 105-5.

Publicado per: REA. Julio 1.963.

Trabajos presentados en la Tercera Conferencia Latinoamericana de -
Electrificación Rural, celebrada en México:

ANOTACIONES RESPECTO DE LA SELECCION DE LAS AREAS RURALES A ELECTRIFICAR.

Eduardo N. Creci

Uruguay

APORTACION DE LAS COMUNIDADES RURALES PARA SU ELECTRIFICACION.

Isaias Arellano

México

RESUMEN DEL USO DE LA ELECTRIFICACION EN EL AGRO.

Francisco A. Bazán

Argentina

THE PROMOTION IN RURAL ELECTRIFICATION.

León E. Evans
E.U.A.

ASPECTOR FINANCIEROS Y PROMOCIONALES DE LA ELECTRIFICACION RURAL

José Augusto
Brasil

CALIDAD Y CONTINUIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO EN UN SISTEMA RURAL
DE DISTRIBUCION.

A.J. Glockner
E.U.A.

FUENTES PARA EL FINANCIAMIENTO DE LA ELECTRIFICACION RURAL

Manuel Calderón de la Barca
México

AMBITO INSTITUCIONAL Y ASPECTO FINANCIERO Y PROMOCIONAL

José M. Redríguez
Argentina

IMPORTANCIA DE LAS OBRAS DE PEQUEÑA IRRIGACION Y ELECTRIFICACION
RURAL EN EL DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES.

Américo Villarreal
México

VARIOS.-

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DEL SISTEMA ELECTRICO DEL CANTON RUMIÑAHUI.

Tesis Profesional
Carlos Aguirre. Ing. Electretécnico
E.P.N. Quito.

LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL ECUADOR - INFORME NACIONAL

Publicado per: INECEL 1.969

ESTADISTICAS ELECTRICAS DEL ECUADOR

Publicado per: Dirección Nacional de Recursos Energéticos. 1.966

BOLETINES INFORMATIVOS DE LA COMISION FEDERAL DE LA ELECTRICIDAD.

Publicado per: Comisión Federal de Electricidad (México). Varias
Publicaciones.

FUENTES INFORMATIVAS

A más de los textos y publicaciones de consulta mencionados, se ha recurrido a otras fuentes de información para todo lo relacionado a datos estadísticos de población, consumo de energía - etc., y para consulta de los problemas locales surgidos durante la elaboración del presente Estudio.

Estas fuentes informativas son:

Empresa Eléctrica "Quito" S.A.- Para todo lo relacionado con consumos, número de abonados, tarifas, facturación, etc., en el área del Cantón Quito.

Inecel, Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica, Dirección Nacional de Recursos Energéticos y Cendes.- Para todo lo relacionado con población, industria, electrificación, etc., - a nivel nacional.

Empresas Eléctricas de Rumiñahui y Machachi.- Para la obtención de datos directos en las Centrales generadoras e informes varios.

I. Municipios de Quito y Rumiñahui, IERAC.- Para todo lo relativo a corrientes poblacionales, urbanísticas, censos y estadísticas varios, etc.