



T
691.3191
REN
C.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERIA EN
ELECTRICIDAD Y COMPUTACION**

TOPICO DE GRADUACION

**ANALISIS DE LA INGENIERIA DE REDES DE
DISTRIBUCION APLICADO AL ALIMENTADOR No. 4
LOS LAGOS DE LA SUBESTACION TENNIS CLUB
DEL SISTEMA EMELGUR**

Previa a la obtencion del título en:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especializacion: POTENCIA**

Presentado por:

Fabricio Rendón Franco

Henry Sarango Ordoñez

José Véliz Ayala

**Guayaquil - Ecuador
1998**

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, por habernos brindado la oportunidad de poder ingresar a esta prestigiosa institución, para poder cumplir con una de nuestras metas más anheladas en nuestras vidas.

Al Ing. Juan Saavedra, por su dedicación y ayuda apropiada, para salir adelante con el desarrollo del tópico y así poder obtener nuestro título.

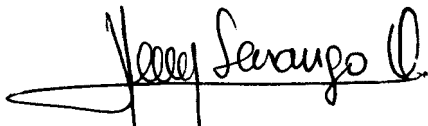
A todos nuestros profesores, quienes con paciencia y esmero supieron impartirnos sus conocimientos y así formar a nuevos profesionales de la patria.

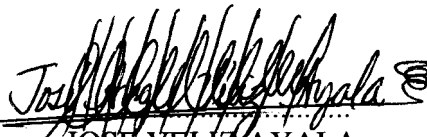
DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas expuestas en este informe de t3pico de graduaci3n corresponden exclusivamente a los integrantes antes mencionados, y el patrimonio de la misma a la "ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

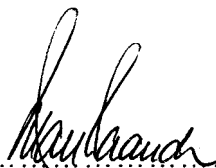
(Reglamento de ex3menes y T3tulos profesionales de la ESPOL).


.....
FABRICIO RENDON FRANCO

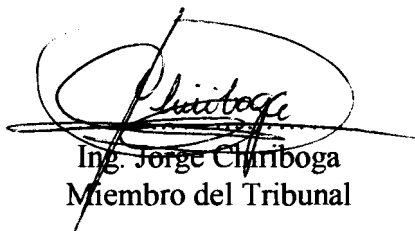

.....
HENRY SARANGO ORDOÑEZ


.....
JOSE VELIZ AYALA

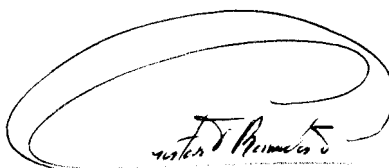
TRIBUNAL



.....
Ing. Juan Saavedra
Director de Tópico



.....
Ing. Jorge Chiriboga
Miembro del Tribunal



.....
Ing. Gustavo Bermudez
Miembro del Tribunal



.....
Ing. Armando Altamirano
Presidente del Tribunal

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a:
mis padres, por haberme apoyado incondicionalmente
mi esposa, por su comprensión y especialmente
a mi hijo Fabico, por darme una razón
para seguir adelante.

FABRICIO RENDÓN FRANCO

El presente trabajo va dedicado a:
Dios, por escucharme y estar siempre conmigo. A mis padres, que
supieron educarme y apoyarme totalmente sin condición.
A los profesores de esta prestigiosa institución, por
su valioso aporte académico. A mis hermanos,
por ayudarme de una u otra forma. A mi
sobrina por su cariño inocente que me
brinda. Y a todas las personas que
colaboraron conmigo para la
culminación de mi carrera
universitaria, gracias
a todos.

HENRY SARANGO ORDOÑEZ.

Dedico este trabajo a mi madre, quien ha sido
la persona que se ha esforzado para permitirme tener la oportunidad
de obtener un título profesional y quien siempre me ha apoyado
en los buenos y malos momentos durante estos años de vida
universitaria. Lo dedico también a mi abuelito y a todos
mis tíos quienes de una u otra forma me han
apoyado cuando lo he necesitado. A todos
mis amigos, quienes me han ayudado a
salir adelante en mis estudios.

JOSE ANGEL VELIZ AYALA

RESUMEN

La finalidad de éste trabajo, es conocer los Sistemas de Gerenciamientos de Redes AM / FM y específicamente el Software **CABLECAD AM / FM**, el cual es aplicable a Sistemas Eléctricos de Potencia y de manera especial en el área de Distribución de una Empresa Eléctrica cualquiera.

Cabe indicar que el análisis y aplicación se centra en el estudio del Alimentador Trifásico LOS LAGOS, el mismo que sale desde la Subestación Tennis Club que pertenece a EMELGUR S.A, el cual a su vez distribuye energía eléctrica a varios abonados de las urbanizaciones Rinconada del Lago, El Río, Los Lagos y Laguna Dorada a través de sus respectivos transformadores de distribución.

En el primer capítulo, se da una breve introducción de lo que es CABLECAD y de su aplicación a la ingeniería de un sistema de distribución eléctrica de EMELGUR, incluyendo una descripción de dicho sistema. En el segundo capítulo, se analizan los programas que utiliza este software tales como Voltaged Drop, AC Voltaged Dip y el Transformer Load Manager, para así poder entender de mejor manera el funcionamiento de los mismos.

En el capítulo 3, se realizó un estudio de las fórmulas que utilizan los programas antes mencionados, tratando de explicar el por qué de cada una de las operaciones que realiza, para lo cual se realizaron varias pruebas a distintos circuitos para observar el comportamiento de los mismos, y poder llegar a una conclusión confiable.

En el siguiente capítulo se explica la forma cómo se aplicó este programa al Sistema de Distribución de EMELGUR, mencionando además la manera como se obtuvo y se ingresó la información gráfica y la información de texto al computador

por medio de la opción ENGEN. Luego utilizando la misma opción se simuló este sistema en cuanto a cómo se daban las caídas de voltaje y cómo los transformadores de distribución estaban administrando las cargas de los abonados. Luego se procedió a calcular la caída de voltaje y las pérdidas en el circuito primario de nuestro sistema en estudio, utilizando el método conocido como VOLTIO-AMPERIO-OHMIO, aprendido en una de las materias que se dictan en el currículum de estudios en la ESPOL.

En el último capítulo se dan conclusiones y recomendaciones para poder utilizar de una manera más eficiente el software CABLECAD y así tener una mejor aplicación a los Sistemas de Distribución.

INDICE GENERAL

Resumen	VI
Indice general	VIII
Indice de anexos	X
Indice de gráficos	XI
Indice de tablas	XII

Capítulo 1	
INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION DE EMPRESAS ELECTRICAS	13
1.1.- Introducción	13
1.2.- Estructura general de CABLECAD AM/FM	16
1.3.- Tabla de validación	17
1.3.- Aplicación a la ingeniería de la distribución eléctrica del programa cablecad	18

Capítulo 2	
DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE EMELGUR	20
2.1.- Descripción de la Empresa Eléctrica Regional Guayas Los Rlos S.A. EMELGUR	20
2.2.- Descripción de la empresa	21
2.3.- Area de conseción de servicio	22
2.4.- Estructura del mercado	23
2.5.- Infraestructura eléctrica de Emelgur S.A.	25

Capítulo 3	
DESCRIPCION DEL PROGRAMA CABLECAD AM/FM	30
3.1.- Análisis teórico de la ingeniería del sistema de distribución	30
3.2.- Caída de voltaje	42
3.3.- T.L.M.	42
3.4.- A. C. Voltage Dip	44

Capítulo 4	
ANALISIS DE LA FORMULACION DE CABLECAD	46
4.1.- Análisis de fórmulas utilizadas por el programa Voltage Drop	47
4.2.- Análisis de fórmulas utilizadas por el programa Ac Voltage Dip	50
4.2.1.- Observaciones	52
4.3.- Análisis de fórmulas utilizadas por el programa T.L.M.	53
4.4.- Aplicación de programas VOLTAGE DROP Y T.L.M. a ejemplos adicionales	55
4.4.1.- Pruebas con ejemplos diseñados	55
4.4.2.- Observaciones	57

4.5.- Análisis de fórmulas utilizadas para el cálculo de pérdidas en circuitos secundarios	60
4.5.1.- Pérdidas de potencia	60
4.5.2.- Pérdidas de energía	61

Capítulo 5 ANALISIS DE REDES PRIMARIAS	62
5.1.- Análisis teórico de cálculos en redes primarias	62
5.2.- Análisis teórico del método “VOLTIO AMPERIO OHMIO”	64
5.3.- Metodología para cálculos en redes primarias	65
5.4.- Fórmulas utilizadas para cálculos en redes primarias	73

Capítulo 6 APLICACIÓN AL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE LA EMPRESA	75
6.1.- Plan Piloto	75
6.2.- Ingreso de información	76
6.3.- Ingreso de ejemplo de sistema de distribución de Emelgur – Alimentadora Los Lagos	77
6.4.- Ingreso de información comercial	81
6.5.- Procesamiento de información	83
6.6.- Aplicación de comando Voltage Drop	83
6.7.- Aplicación de comando T.L.M.	86
6.8.- Pérdidas en circuitos secundarios	90
6.9.- Análisis de resultados en circuitos secundarios	92
6.10.- Aplicación de cálculos de caída de voltaje en redes primarias	94
6.11.- Aplicación de cálculos de pérdidas en la red primaria	95
6.11.1.- Tablas de resultados de caída de voltaje y pérdidas en redes primarias (Resumen)	97
6.11.2.- Tabla de resultados de caída de voltaje y pérdidas en la red primaria	98
6.11.3.- Tabla de resultados de potencia total en la red primaria	99
6.11.4.- Tabla de resultados de pérdidas de energía en la red primaria	100

Capítulo 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
7.1.- Conclusiones	101
7.2.- Recomendaciones	104

Bibliografía	147
---------------------	-----

INDICE DE ANEXOS

Anexo # 1.- Resultados de caso # 1	105
Anexo # 2.- Resultados de caso # 2	108
Anexo # 3.- Resultados de caso # 3	114
Anexo # 4.- Resultados de casos # 4, 5 y 6	119
Anexo # 5.- Método para imprimir	121
Anexo # 6.- Descripción del Reppen	124

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico # 1.- Gráfico General de la vía Puntilla-Samborondón	129
Gráfico # 2.- Gráfico del sector objeto de nuestro estudio	130
Gráfico # 3.- Red primaria del sector objeto de nuestro estudio	131
Gráfico # 4.- Red secundaria del sector objeto de nuestro estudio	132
Gráfico # 5.- Subestación y urbanización Rinconada del Lago	133
Gráfico # 6.- Ubicación de transformador T1	134
Gráfico # 7.- Ubicación de transformador T15	135
Gráfico # 8.- Ubicación de transformador T18	136
Gráfico # 9.- Ubicación de transformador T19	137

INDICE DE TABLAS

Tabla # 1	Tabla de características para conductores ACSR	138
Tabla # 2	Tabla de características para conductores de cobre	139
Tabla # 3	Pérdidas en circuitos secundarios en Urb. Rinconada del Lago	140
Tabla # 4	Pérdidas en circuitos secundarios en Urb. El Río	141
Tabla # 5	Pérdidas en circuitos secundarios en Urb. Los Lagos	142
Tabla #6	Pérdidas en circuitos secundarios en Urb. Laguna Dorada	143
Tabla # 7	Tabla de características de transformadores	144
Tabla # 8	Tabla de datos VDXFMR.TXT	145
Tabla # 9	Tabla de datos VDCON.TXT	146

CAPITULO 1

INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION DE EMPRESAS ELECTRICAS

1.1.- INTRODUCCION

Los Sistemas Eléctricos de Potencia, hoy en día se ven en la necesidad de que se los automatice, de manera que se le pueda brindar al usuario un servicio cada vez más confiable de acuerdo a las necesidades del mismo.

Es por ello que el software CABLECAD AM / FM en sus diferentes modos de operación, es un sistema computarizado que permite conocer el

funcionamiento de un sistema eléctrico en sus distintas partes tales como una Subestación, un Transformador de Distribución, un interruptor, un switch, un alimentador primario trifásico o monofásico, un alimentador secundario, una acometida de servicio y la carga de un abonado. De esta manera si se presenta algún error en el sistema, se puede más rápidamente detectarlo y corregirlo de la mejor forma.

CABLECAD AM / FM , fue creado en 1992 por una CIA. Canadiense llamada ENGHOUSE (La Casa del Ingeniero) y sirve para automatizar sistemas eléctricos, como para detectar y solucionar problemas de una manera más fácil y confiable, para que así una empresa eléctrica pueda brindar un mejor servicio a sus usuarios.

Como su nombre lo indica, CABLECAD AM / FM consta de una tecnología AM / FM donde AM (Mapeo Automático) quiere decir que el programa puede realizar un plano general del sector que se quiere analizar dependiendo de los comandos que se deseen usar, y FM (Facilidades Gerenciales) que facilita las operaciones y maniobras que se realizan en el sistema que tiene una relación entre la Base de Datos Gráfica y una Base de Datos de Texto, lo cual permite tener un DIBUJO INTELIGENTE, esto significa que todo elemento en el dibujo vendrá acompañado de su respectiva información, de igual forma toda información en la base de datos de texto está asociado a un elemento de la base de datos gráfica. Entre otras de las características de CABLECAD tenemos las siguientes:

- Posee mapas continuos e ilimitados.
- Tiene facilidad operativa.
- Se adapta a la necesidad del usuario.
- Puede generar informes que permite hacer interfases con otros programas.

CABLECAD consta de un menú principal en donde se tienen las siguientes opciones:

- **Create.-** Crea un archivo.
- **Modify.-** Modifica un archivo creado.
- **Backup.-** Permite obtener el respaldo de un archivo.
- **Recover.-** Devuelve el último respaldo sacado como un archivo principal.
- **Rename.-** Cambia de nombre al archivo principal.
- **Delete.-** Borra un archivo.
- **Directory.-** Muestra varios comandos de ayuda par manejar carpetas y archivos.
- **Help.-** Ayuda.
- **Quit.-** Salir.

Una vez que el usuario se encuentra dentro de un archivo de Cablecad AM/FM, aparece en pantalla un menú vertical de color rojo con las siguientes opciones:

- **CENTER.-** Ubica en el centro de la pantalla un punto seleccionado.
- **WINDOWS.-** Crea una ventana de una región del gráfico.
- **ZOOM.-** Da un acercamiento o alejamiento del gráfico.
- **STATUS.-** Presenta comandos para dibujar y manejar la pantalla.
- **VIEW.-** Presenta distintas vistas del gráfico.
- **QUIT:** Permite salir al menú principal.

Para un mejor manejo de CABLECAD se utiliza el MOUSE, cuyo botón derecho o número (1) sirve para seleccionar cualquier elemento del dibujo y el botón izquierdo o número (0) sirve para contestar afirmativamente a lo que pregunte la máquina.

1.2.- ESTRUCTURA GENERAL DE CABLECAD AM/FM

Cuando se crea un archivo en Cablecad AM / FM, se crean a su vez los siguientes archivos:

- *. GRF Archivos Gráficos
- *. NGF Archivos no Gráficos (Texto)
- *. ATB Archivos de Atributos
- *. IDX Archivos de Indice
- *. QUD Archivos de Quad Tree

De los archivos antes mencionados, se puede modificar tanto el archivo gráfico como el no gráfico, mientras que los otros archivos, se modifican internamente.

1.3.- TABLA DE VALIDACION

La tabla de validación, es donde están almacenados, todos y cada uno de los dispositivos eléctricos y mecánicos que forman parte de un sistema. La característica más importante de la tabla de validación, es que en ella, se puede modificar, arreglar y aumentar todos los datos acerca de los dispositivos antes mencionados.

Para ello se debe ingresar a ENGEN.ASC, siguiendo la ruta que se anota a continuación:

D/CABLECAD/DAT/ENGEN ASC.

Una vez en Engen Asc., se pueden realizar todas las modificaciones necesarias y para que el programa acepte los cambios hechos, se debe usar la alternativa TABLE LOD. Con esta opción, los datos que se han ingresado se compilan y se obtiene el archivo ENGEN.DAT. Dicha compilación se la realiza, ingresando al sistema operativo OS2 FULL SCREEN y seguidamente escribiendo la siguiente ruta:

[D/ENGENMAP] TABLE LOD D/CABLECAD/DAT/NOMBRE.ASC ,

en donde nombre significa el nombre del archivo de trabajo, creándose inmediatamente los archivos Engen Dat y Engen Idx.

Los datos que pueden ser modificados en Engen.Asc son por ejemplo los calibres de conductores, capacidades de transformadores, fusibles, etc.

1.4.- APLICACIÓN A LA INGENIERIA DE LA DISTRIBUCION ELECTRICA DEL PROGRAMA CABLECAD

El software CABLECAD, tiene su mejor aplicación en la Ingeniería en el área de Distribución de Energía Eléctrica, para lo cual el usuario puede utilizar el menú ENGEN el mismo que contiene una serie de comandos que permite dibujar, analizar, simular y reportar el comportamiento de un sistema eléctrico de distribución.

El menú ENGEN presenta a su vez varias opciones de las cuales, la que se ha utilizado en este trabajo de investigación, es la opción ELECTRIC, que a su vez tiene otros submenús de los cuales las opciones con las cuales se ha trabajado en este proyecto son:

- a) ENGINEERING**
- b) FACILITIES**

La opción ELECTRIC ENGINEERING, es la aplicación misma de la Ingeniería de Cablecad AM/FM , la cual se realiza por medio de algunos programas tales como son AC Voltage Dip, Voltaged Drop, Motor Star, Transformer Load Manager (TLM) , etc.

De estos programas, los que se utilizaron en el desarrollo del tópico, fueron el Voltaged Drop y el Transformer Load Manager, los mismos que serán analizados más detalladamente en el capítulo 3.

La opción **ELECTRIC FACILITIES**, permite ingresar tanto la información gráfica como no gráfica al programa, para lo cual el usuario puede utilizar los comandos **OH DEVICES** para dispositivos aéreos, y los comandos **UG DEVICES** para los dispositivos subterráneos tales como capacitores, fusibles, switches, transformadores, postes, reguladores, seccionalizadores, reconectores. Dentro de estos dispositivos, se pueden mencionar además a los circuitos primarios, secundarios y acometidas de servicio. La opción **FACILITIES**, consta además con comandos que permiten conectar abonados a una acometida de servicio. Se debe indicar también que en el Menú Engen, al seleccionar la opción **ELECTRIC**, aparecerá en la pantalla un menú horizontal con varias alternativas y en especial la opción **TOOLS**, la cual proporciona herramientas de trabajo que permite al usuario de Cablecad manejar de una manera más eficiente el programa.

CAPITULO 2

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE EMELGUR

2.1.- DESCRIPCION DE LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL GUAYAS - LOS RIOS S.A. EMELGUR

El objetivo de éste capítulo es conocer de manera breve, la forma cómo la Empresa Eléctrica Regional Guayas Los Ríos S.A. se encuentra conformada en sus distintas áreas de trabajo, ya sea en su parte administrativa, como en su

parte técnico-operacional , así como también mostrar ciertos aspectos energéticos y técnicos en los cuales se basa el funcionamiento de este sistema eléctrico.

Cabe indicar que la información que se va a presentar a continuación fue proporcionada por personal de los departamentos técnicos y comercial de la propia empresa.

2.2.- DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Haciendo una breve reseña histórica, se puede decir que en marzo de 1982, INECEL y las empresas Eléctricas Milagro, Los Ríos y Santa Elena, conformaron la Empresa Eléctrica Regional Guayas - Los Ríos S. A., EMELGUR, e iniciaron la operación de los Sistemas Administrativos en agosto del mismo año. Luego de acuerdo al Decreto 124 (después Ley 034) se convirtieron en accionistas de EMELGUR los Concejos Provinciales del Guayas y Los Ríos.

La finalidad de EMELGUR es entregar el servicio de energía eléctrica a todos sus abonados que se encuentren dentro de su área de concesión, tratando que éste servicio tenga la mayor calidad y cuyos costos y efectos de impactos ambientales sean los mínimos posibles.

2.3.- AREA DE CONCESION DE SERVICIO

Para cumplir su finalidad EMELGUR compra la mayor parte de la energía que comercializa a INECEL (99 %), brindando el servicio a más de 625.000 habitantes agrupados en 751 poblaciones de 5 provincias del país en una área aproximada de 11.000 Km.². Dentro de las poblaciones más importantes podemos mencionar las siguientes:

PROVINCIA DEL GUAYAS.-

Durán, Samborondón, Balao, Daule, Colimes,
Santa Lucía, Palestina, Balzar, El Empalme
Urbina Jado, Lomas de Sargentillo, Pedro Carbo,
Isidro Ayora, Tenguel, Puná.

PROVINCIA DE LOS RIOS .-

Quevedo, Buena Fé, Valencia,
Mocache, Baba, Vinces.

PROVINCIA DE COTOPAXI .- La Maná

PROVINCIA DE MANABI .- Cantón Pichincha

Además, EMELGUR S.A. se encuentra estructurado por dos sistemas, el uno es el Sistema Administrativo-Comercial y el otro el Sistema de Administración Central.

Los sistemas Administrativos-Comerciales están compuestos a través de los Sistemas Eléctricos Daule, Durán y Quevedo, conformados a su vez por todas las Subestaciones de Distribución, líneas de subtransmisión y de distribución, cuyos centro de operaciones están localizados en las ciudades antes indicadas.

El Sistema de Administración Central cuya sede se encuentra en la ciudad de Guayaquil, en las instalaciones de Campus Peñas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, donde funciona la Gerencia General con las áreas Administrativa, Financiera, Comercial, Técnica, de Planificación e Informática.

2.4.- ESTRUCTURA DEL MERCADO

Para el año de 1997 y parte de 1998, EMELGUR contaba con distintos tipos de clientes, tales como residenciales, comerciales, industriales, entre otros que suman entre todos 130.176 clientes, los cuales a su vez han facturado alrededor de 567.360 MWH/año.

Para las cifras presentadas anteriormente, se presenta la Tabla 2.1 acerca de la estructura porcentual del mercado de EMELGUR.

TABLA # 2.1

	CLIENTES (%)	CONSUMO (%)	INGRESOS (%)
Residencial	91	38	42
Comercial	7	9	9
Industrial	0.5	19	18
Otros	1.5	34	31
Total	100	100	100

De acuerdo a los porcentajes anteriores, se presenta la tabla 2.2 que muestra la cantidad de clientes según el tipo:

TABLA # 2.2

DESCRIPCION	CLIENTES	CONSUMO EN MWH/AÑO
Residencial	118.460	215.598
Comercial	9.114	51.062
Industrial	650	107.798
Otros	1.952	192.902
Total	130.176	567.360

Mediante un estudio de mercado, EMELGUR espera servir para el año 2.000 a cerca de 182.982 clientes, los mismos que consumirían alrededor de unos 725.811 MWH/año.

2.5.- INFRAESTRUCTURA ELECTRICA DE EMELGUR

En cuanto a la infraestructura eléctrica de EMELGUR, podemos anotar que la empresa cuenta en la actualidad con numerosas líneas de subtransmisión como de distribución, varias subestaciones de distribución, una gran cantidad de transformadores de distribución, como también una planta termoeléctrica de generación que se encuentra en la isla Puná. A continuación se presenta de manera más detallada un desglose de cómo están divididas cada una de las áreas de la infraestructura eléctrica de EMELGUR.

LINEAS ELECTRICAS (KM)

Las líneas eléctricas con las que consta EMELGUR S.A., se muestran en la tabla 2.3:

TABLA # 2.3

	DURÁN	DAULE	QUEVEDO	TOTAL
Sub/Transm.	139,6 KM	139,75 KM	94,37 KM	373,72 KM
Distribución	374,18 KM	1.097,95 KM	745,16 KM	2.217,29 KM

SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION

Las Subestaciones de distribución están divididas de acuerdo a los sistemas existentes. Las tablas 2.4, 2.5, 2.6 presentan esta división.

TABLA # 2.4

SUBESTACIONES SISTEMA DURAN

S/E	NUMERO DE TRANSF.	CAPACIDAD (MVA)	VOLTAJE (KV)	CONEXIÓN
Tennis	2	10/12.5	69/13.8	Delta- Ye
Samborondón	1	2.5	69/13.8	Delta —Ye
Durán Norte	1	12/16	69/13.8	Ye — Delta — Ye
El Recreo	1	10/16	69/13.8	Ye — Delta — Ye
Durán Sur	2	10/12.5	67/13.2	Ye- Delta
		12/16	66/13.8	Ye — Ye

TABLA # 2.5

SUBESTACIONES SISTEMA DAULE

S/E	NUMERO DE TRANSF.	CAPACIDAD (MVA)	VOLTAJE (KV)	CONEXIÓN
La Toma	1	2.5	69/13.8	Delta- Ye
La Toma nueva	4	2 x 10/12.5	67/4.16	Delta — Ye
		2 x 12/16	69/13.8	Delta — Ye
Pedro Carbo	1	12/16	69/13.8	Ye — Delta — Ye
Daule	1	10/12.5	69/13.8	Ye — Delta
América	1	5/6.25	69/13.8	Ye — Delta
Palestina	2	4/5	69/13.8	Ye — Delta
		2.5	69/13.8	Ye — Delta
Balzar	1	5	69/13.8	Ye — Delta
J. B. Aguirre	1	5	69/13.8	Delta — Ye

TABLA # 2.6

SUBESTACIONES SISTEMA QUEVEDO

S/E	NUMERO DE TRANSF.	CAPACIDAD (MVA)	VOLTAJE (KV)	CONEXIÓN
Daule Peripa	1	10/12.5	67/14.5	Delta- Ye
El Empalme	1	10/12.5	69/13.8	Delta — Ye
Quevedo Sur	1	10/12.5	69/13.8	Delta — Ye
Quevedo Norte	1	10/12.5	69/13.8	Delta — Ye
Buena Fe	2	2.5	69/13.8	Ye — Delta
		2.5	69/13.8	Ye — Delta
Valencia	1	5/6.25	69/13.8	Delta — Ye

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

La tabla 2.7 muestra el número de transformadores de distribución que tienen los distintos sistemas que comprende EMELGUR.

TABLA # 2.7

SISTEMA	DURAN	DAULE	QUEVEDO	TOTAL
MVA	34.444,5	34.327,5	34.999,5	103.771,5
Cantidad	1.598	2.763	1.877	6.238

Así mismo, la distribución de energía eléctrica es compartida para los tres sistemas de acuerdo a la tabla 2.8

TABLA # 2.8

DESCRIPCIÓN	DURÁN	DAULE	QUEVEDO	TOTAL
Poblaciones Electrificadas	101	458	206	765
Demanda Máxima (KW)	50.204	41.302	34.869	126.375

CAPITULO 3

DESCRIPCION DEL PROGRAMA CABLECAD AM / FM

3.1.- ANALISIS TEORICO DE LA INGENIERIA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

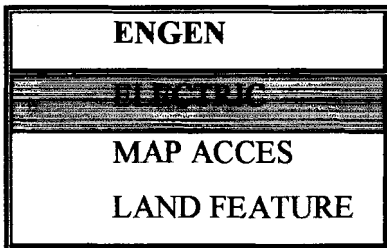
El menú ENGEN contiene una serie de comandos que nos permite dibujar, analizar, simular y reportar el comportamiento de un sistema eléctrico de distribución.

La información ingresada es almacenada en una base de datos la cual esta compuesta de información gráfica y no gráfica (Texto).

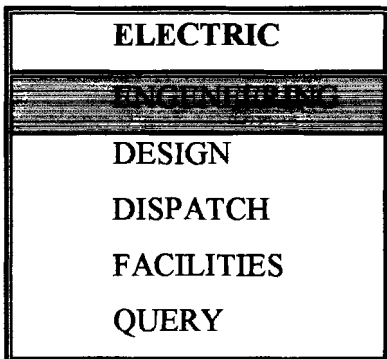
Técnicamente en este programa la aplicación de ingeniería es presentada en el comando ENGINEERING, el cual será punto central del análisis en este capítulo.

Para ingresar en este comando seguimos los siguientes pasos:

1. En el menú principal de CABLECAD seleccione **MODIFY**.
2. A continuación el programa muestra el listado de archivos donde seleccionamos el archivo que se va a trabajar.
3. El menú **ENGEN** presenta 3 opciones como se muestra a continuación:



4. Se debe entonces seleccionar **ELECTRIC**, el cual presentará las siguientes opciones:



Básicamente de todas estas opciones las más utilizadas son 2:

- ENGINEERING
- FACILITIES

La primera sirve para ingresar a un menú donde se muestran los comandos de aplicación de Ingeniería que tiene CABLECAD, que se mostrará más adelante; en cambio la segunda opción se la escoge cuando el usuario está ingresando un dibujo nuevo o efectuando cambios en alguno ya realizado, puesto que permite ingresar elementos del sistema distribución, como son alimentadores, transformadores e incluso hasta información de los abonados.

Las opciones restantes sirven para:

- DESIGN.- Diseño constructivo
- DISPATCH.- Operaciones de Red
- QUERY.- Búsquedas

5. Finalmente seleccione el comando **ENGINEERING**, el mismo que contiene 9 aplicaciones que se muestran a continuación:

ELECTRIC
ENGINEERING
AC VOLTAGE DIP
CIRCUITE TRACE
MINIMUN
CLEARANCE
MOTOR STAR
PROFILE CUSTOMER
PROFILE
TRANSFORMER
TLM
SWITCH DEVICES
VOLTAGE DROP

De todas estas, las de mayor aplicación y en las cuales centraremos nuestro análisis son :

- TLM
- VOLTAGE DROP.

A continuación se da una breve explicación de estos.

- **TLM**.-

Este comando significa TRANSFORMER LOAD MANAGER (Administración de Carga del Transformador) cuya dirección es:

D : \ ENGEN \ ELECTRIC \ ENGINEERING \ TLM

Se lo aplica a un transformador de distribución o a un banco de transformadores, éste calcula una serie de parámetros que refleja el comportamiento de la carga instalada en el dispositivo, se complementa con la emisión de un reporte, que presenta los datos ingresados del transformador (BROWSE) y el listado de parámetros hallados, los que se explicarán en el capítulo 4.3.

- **VOLTAGE DROP.-**

Este comando que traducido significa caída de voltaje, tiene la siguiente dirección:

D : \ ENGEN \ ELECTRIC \ ENGINEERING \ VOLTAGE
DROP

El comando Voltage Drop, al ser aplicado a un transformador de distribución determinado, o un banco de transformadores, calcula la caída de voltaje en cada uno de los tramos del circuito secundario y acometidas de cada abonado que están conectados al mismo, presentando además un reporte de corrientes y longitudes en cada tramo analizado .

- **AC VOLTAGE DIP.-**

Cuya dirección es:

D : \ ENGEN \ ELECTRIC \ ENGINEERING \ AC VOLTAGE DIP

AC VOLTAGE DIP permite calcular la caída de voltaje que tiene un abonado, cuando éste tiene carga que tiene aire acondicionado y/o motores.

- **CIRCUIT TRACE.-**

Es un comando que permite realizar varios trazados de una red y tiene los siguientes submenús:

- 1) ***Trace Extents.-*** Sirve para resaltar un circuito primario
- 2) ***Trace Upstream.-*** resalta el circuito primario desde un punto del cable primario hacia la subestación. Este presenta un reporte en el que consta el número de transformadores que se encuentran en el camino, la subestación a la que se llega, el voltaje primario como el secundario, la longitud recorrida.
- 3) ***Trace Downstream.-*** Resalta el circuito primario desde un punto del cable primario hacia el usuario y presenta un informe en el que consta el número de transformadores y número de usuarios conectados, longitud recorrida, los KW y los KWH del usuario.

- **MINIMUM CLEARANCE.-**

Este comando determina la mínima distancia vertical u horizontal entre un cable seleccionado y un elemento del dibujo.

- **MOTOR START.-**

Es un comando que calcula la caída de voltaje en el transformador debido al arranque de motores conectado a la línea.

- **SWITCH DEVICE.-**

Sirve para cambiar el estado del switch de la posición abierto a cerrado o viceversa.

La opción de **FACILITES** nos permite encontrar los siguientes comandos:

ELECTRIC
FACILITIES
SUBSTATIONS
OH DEVICES
OH PRIMARY
OH SECONDARY
OH SERVICE
UG DEVICES
UG PRIMARY
UG SECONDARY
UG SERVICE
UG STRUCTURES
SINGLE ACCOUNT
MULTI ACCOUNT
SETWORK ORDER

Las cuales son herramientas que se necesita comúnmente para realizar el trazado de las redes primarias y secundarias, ya sean estas aéreas o subterráneas, además de las acometidas de los abonados incluyendo a todos estos su respectiva información . Esto es guardado en una base de datos que luego la procesa con la ayuda de los programas antes mencionados

A continuación se detallan los elementos que se encuentran a disposición del usuario.

- **SUBSTATIONS.-**

Es un comando que permite ubicar una subestación, la cual va acompañada de su respectiva información tal como su capacidad, voltaje primario, voltaje secundario, etc.

- **OH DEVICES.-**

Este comando permite conectar ciertos dispositivos aéreos tales como capacitores, fusibles, switches, transformadores, postes, reguladores, seccionalizadores, reconectores, al circuito en estudio.

- **OH PRIMARY.-**

Comando que permite conectar un alimentador primario aéreo a una subestación. De igual manera se puede ingresar la información respectiva de éste alimentador como el número de fases, el tipo de conductor, voltaje , etc.

- **OH SECONDARY.-**

La función del comando en mención es de conectar un circuito secundario aéreo a un transformador de distribución con todos los datos de la misma como número de fases, tipo de conductor, voltaje, etc.

- **OH SERVICE.-**

Comando utilizado para conectar un abonado a un circuito secundario. Así mismo es posible ingresar información acerca del cable de servicio (cometida aérea) tal como el número de fases, tipo de conductor, etc.

- **UG DEVICES.-**

Dispositivos subterráneos, entre los cuales presenta a los transformadores, acometidas, secundarios, etc.

- **UG PRIMARY.-**

Permite ingresar un alimentador primario subterráneo, con su respectiva información como el calibre del alimentador, la fase a la cual está conectada, etc.

- **UG SECONDARY.-**

Con este comando se puede ingresar un alimentador secundario subterráneo acompañada de la información necesaria como el tipo de conductor, número de cables, etc.

- **UG SERVICE.-**

Comando utilizado par ingresar una acometida de servicio subterráneo con su información respectiva como en el caso de la acometida aérea.

- **UG STRUCTURES.-**

Se aplica para estructuras subterráneas.

- **MULTI ACCOUNT.-**

Permite conectar varios abonados a una red.

- **SINGLE ACCOUNT.-**

Este comando permite conectar un solo abonado a una acometida de servicio. Permite además ingresar datos acerca del abonado, tales como el nombre del usuario, dirección del usuario, fase a la cual está conectado, los KWH mensuales que consume éste y la carga que demanda.

Se debe indicar también que en el **MENÚ ENGEN**, al seleccionar la opción **ELECTRIC**, aparecerá en la pantalla un **menú horizontal** con varias alternativas tales como:

File
Tools
Maps
Browse
Plot
Librarie
Information

A continuación se explican los más utilizados:

TOOLS

Este comando nos facilita la utilización de varias herramientas tales como:

- a) *Draw.*- Permite trazar líneas.
- b) *Delete.*- Sirve para borrar algún trazo mal realizado.
- c) *Measure.*- Mide la longitud de líneas trazadas.
- d) *Atributte.*- Cambia los atributos de un elemento del dibujo, ya sea su tamaño, ancho o color, etc.
- e) *Move.*- Permite mover un elemento del dibujo a cualquier otro punto de la pantalla.

MAPS

Este comando presenta el dibujo por diferentes tipos de capas, es decir, si deseamos que en el dibujo sólo se vea una clase de circuito ya sea aéreo o subterráneo, o todos los circuitos, este comando permite realizarlo. Al seleccionar MAP, aparecerá un menú, del cual se debe escoger la alternativa Electric System. Luego aparecerá en pantalla otro menú, en el cual se escoge el tipo de circuito o de capa que queremos que nos presente en pantalla.

BROWSE

Es un comando que presenta la información no gráfica de todos y cada uno de los elementos que pertenecen al sistema. Para esto se debe seleccionar con el **mouse** un elemento eléctrico e inmediatamente aparecerá toda la información de dicho elemento. Se debe anotar además que si se desea realizar algún cambio de información no gráfica, éste comando permite realizarlo.

DEFAULT

Este es un comando que va a permitir definir al usuario del programa los datos característicos de un elemento eléctrico, de manera que cuando se quiera volver a ubicar el mismo elemento, pero en otro punto del sistema, ya no se tenga que volver a ingresar los datos del mismo, sino que simplemente se lo ubica en el sistema de distribución.

3.2.- CAIDA DE VOLTAJE

Al elegir un transformador de distribución (cuyo símbolo es un triángulo), en un sistema determinado, aparecerá en pantalla su correspondiente circuito secundario con un color diferente que es asignado por el programa para cada tramo de alimentador, incluyendo también las acometidas de cada abonado que se encuentran conectados a este secundario. Esto lo hace con el fin de realizar todos los cálculos por segmentos de alimentador.

Dependiendo del nivel de voltaje del transformador, el programa asigna un valor de % IR y % IX.

Es importante mencionar que para una determinada capacidad de transformador que no esté en la tabla XFMRDATA.DAT, pero que se encuentra validado en el archivo Engen.Dat, los valores de %IR y %IX los asumirá como cero.

La información referente a resistencia y reactancia de las líneas las obtiene de las tablas COPPER.TXT para el caso de material de cobre, y ASCR.TXT para el caso de material de aluminio.

Luego con todos los datos ingresados, el programa procede a realizar los cálculos utilizando las formulas indicadas en la sección 1 del capítulo 4, para finalmente generar una tabla , que contiene los siguientes datos:

Tramo

Color

Calibre de Conductor

Longitud
Demanda
% caída de Voltaje
% Acumulada Caída de Voltaje
Flujo de Corriente

3.3.- TLM

Al seleccionar el transformador en pantalla veremos que a los alimentadores, el programa les asigna un color amarillo. Esto es para verificar la relación padre-hijo.

Para efecto de cálculos tomará la información ingresada de consumo de doce meses de cada uno de los abonados conectados a este transformador, que se encuentran almacenados en una base de datos.

El programa realiza con estos datos, el cálculo de la demanda promedio de cada usuario, la cual se obtiene sumando las demandas de los doce meses dividido para 12, y el valor de la demanda pico lo obtiene escogiendo el mes de mayor demanda.

Es importante mencionar que estos resultados también son almacenados en la base de datos, y se los puede chequear una vez ingresada la información gráfica y no gráfica en el archivo de trabajo, aplicando el comando BROUSE en el usuario.

Luego aplica las fórmulas descritas en el capítulo 4.3, para finalmente emitir una tabla de resultados, tal como se muestra a continuación:

Número de Transformador

Voltaje Primario

Voltaje Secundario

Fase

Fabricante

Impedancia

Número de Abonados

Demanda Promedio

Demanda Pico

Factor de Coincidencia

Factor de Utilización

Factor de Carga

Factor de Pérdidas

KVA conectados

KVA ajustados

KWHR conectados

KWHR ajustados

3.4.- AC VOLTAGE DIP

El programa AC VOLTAGE DIP se lo utiliza para calcular el valor de la caída de voltaje total que se produce desde las bobinas del transformador o banco de transformadores hasta el equipo eléctrico, que se encuentra en la residencia del usuario.

El programa utiliza los valores de MOTOR DEMAND Y AIR COMD LOAD, que son algunos de los datos ingresados para el abonado y se lo puede revisar o modificar con el comando BROWSE.

Para el cálculo de la caída de voltaje el programa utiliza las tablas VDCOMP.TXT y VDX FMR.TXT, la primera tiene los valores de resistencia de la línea (ohm/un.long) debido a la carga de motores y de aire acondicionado, estos dependen del diámetro del conductor desde los terminales de baja tensión hasta el equipo eléctrico. VDX FMRT.TXT proporciona los porcentajes de caída de voltaje en las bobinas del transformador debido a las cargas de motores y aires acondicionados.

CAPITULO 4

ANALISIS DE FORMULACION DE CABLECAD

Los objetivos de este capítulo son los siguientes:

Especificar cuáles son las fórmulas que utilizan los programas VOLTAGE DROP, AC VOLTAGE DIP Y T.L.M. (Transformer Load Manager).

Determinar para que tipo de ejemplo se pueden aplicar los programas

Dar a conocer al lector ciertas herramientas y consejos para la aplicación de los programas a ejercicios prácticos.

Como no es objetivo de este trabajo detallar cómo se programa en Cablecad, el método de análisis de las fórmulas fue práctico, es decir se aplicó los programas antes mencionados a diferentes tipos de abonados, por ejemplos abonados monofásicos, trifásicos, abonados que utilizan bancos de transformadores, etc.. En algunos casos estos ejemplos han sido diseñados para tratar de comprender de mejor manera el por qué de las operaciones que realizan los programas, y en otros casos con abonados que corresponden a nuestro ejemplo de aplicación de Cablecad (Alimentadora a 13,2 Kv., Los Lagos del sector de La Puntilla).

Al aplicar los programas a ejemplos diseñados para fines antes mencionados, podemos ir estableciendo en cuáles el método aplicado es correcto, es decir que la formulación utilizada sea la adecuada y esté acorde a cálculos teóricos y además, ir especificando para que tipo de sistemas y conexiones se pueden aplicar los programas.

4.1.- ANALISIS DE LAS FORMULAS UTILIZADAS POR EL PROGRAMA VOLTAGE DROP.

1) CALCULO DE LA DEMANDA:

$$P1 = (\text{CUST LOAD}) * 1000 / 3 \quad (4.1)$$

Cust Load . - Carga del abonado vista desde el punto en donde se desea se calcular la caída de voltaje, la misma que se ingresa en kilovatios .

Observación . - Se multiplica por 1000 y se divide para 3, ya que éstos son factores que el programa asume inicialmente y que luego se eliminan con otros factores que aparecen más adelante.

2) DIFERENCIA DE VOLTAJE :

$$P2 = (Vsec. - Vdrop) / \text{SQR } 3 \quad (4.2)$$

Vsec. - Voltaje Secundario.

Vdrop.- Caída de voltaje desde el transformador de distribución hasta el punto en donde se desea calcular la misma.

Observación .- Vdrop inicial tiene un valor igual a cero

3) RESISTENCIA DEL TRAMO:

$$P3 = \text{LONG.} * r * fp. \quad (4.3)$$

Long .- Longitud de un tramo del circuito en metros, ya sea de un secundario o de una acometida

r .- Resistencia de la línea en Ω / m .

fp .- Factor de Potencia .

4) FACTOR PARA OBTENER LA REACTANCIA:

$$P4 = \text{SEN} (\text{ARC COS} (fp)) \quad (4.4)$$

Observación.- Factor necesario para obtener la reactancia.

5) REACTANCIA DEL TRAMO:

$$P5 = \text{LONG.} * x * P4 \quad (4.5)$$

x .- Reactancia de la línea en Ω / m .

6) CAIDA DE VOLTAJE:

$$\text{VDROP} = (P1 / P2) * (P3 + P5) * \text{SQR } 3 \quad (4.6)$$

sustituyendo los valores de cada factor de la fórmula 4.6

$$(P1 / P2) = \frac{(\text{cust load} * 1000) / 3}{(V_{\text{sec}} - V_{\text{drop}}) / \text{SQR } 3} = \frac{[\text{KW}] * 1000}{[V] * \text{SQR } 3}$$

$$\begin{aligned} (P3 + P5) &= (\text{Long.} * r * F_{\text{pot.}}) + (\text{Long.} * x * \text{Sen} (\text{arcos } F_{\text{pot.}})) \\ &= \text{Ohmios} (R) + \text{Ohmios} (X) , \quad Z \text{ en [Ohmios]} \\ &= (R \text{ COS } \emptyset + X \text{ SEN } \emptyset) \end{aligned}$$

$$\text{VDROP} = \frac{[\text{KW}] * 1000}{[V] * \text{SQR } 3} * (R \text{ COS } \emptyset + X \text{ SEN } \emptyset) * \text{SQR } 3$$

$$\text{VDROP} = \frac{[\text{KW}] * 1000}{[V]} * (R \text{ COS } \emptyset + X \text{ SEN } \emptyset) \quad (4.7)$$

VDROP.- caída de voltaje en el tramo que se está analizando

7) CORRIENTE DE LINEA:

$$I L = CV / (P3 + P5) \quad (4.8)$$

CV . - Caída de Voltaje.

IL.- corriente que circula por el tramo que se está analizando.

8) PORCENTAJE DE CAIDA DE VOLTAJE:

$$\% \text{VDROP} = (\text{Vdrop} / \text{Vsec}) * 1000 \quad (4.9)$$

Desarrollando

$$\% \text{VDROP} = \frac{[\text{KW}] * 1000}{[\text{V}]} * (\text{R COS } \emptyset + \text{X SEN } \emptyset) \quad * 100$$

$$\% \text{VDROP} = \frac{[\text{KW}] * 1000}{[\text{V}]^2} * 100 * (\text{R COS } \emptyset + \text{X SEN } \emptyset)$$

Observación: Como se puede apreciar el programa utiliza un método similar al de la constante K para el calculo de la caída de voltaje, cuya fórmula se presenta a continuación:

$$\% \text{CV} = \frac{[\text{KVA}]}{10 \text{ KV}^2} * (\text{R COS } \emptyset + \text{X SEN } \emptyset) \quad (4.10)$$

Observación: Se utiliza el valor de potencia en KW y no en KVA en la ec. 4.10.

4.2.- ANALISIS DE LAS FORMULAS UTILIZADAS POR EL PROGRAMA AC VOLTAGED DIP.**1.- CONVERSION DE KW MOTOR A HP:**

$$\text{motor dmd} = \text{MOTOR DEMAND} * 1000 / (746 * 0.85) \quad (4.11)$$

2.- CONVERSION DE LONGITUD DE LA LINEA A PIES:

$$\text{length} = (\text{length} * \text{conv to feet}) \quad (4.12)$$

Observación: El factor de conversión es aplicable cuando las dimensiones del plano están en metros y las tablas de características de los conductores en pies.

3.- CAIDA DE VOLTAJE DEBIDO A ACONDICIONADORES DE AIRE:

$$\text{pcnt vdip a} = \text{pcnt vdip a} + (C1 * \text{length} / 100) \quad (4.13)$$

C1.- Resistencia de la línea en ohmios/un. de long., debido a la carga de los A/A y que dependen del diámetro del conductor, desde los terminales de baja del transformador hasta el equipo eléctrico .

Observación: Se divide para 100 para obtener en porcentaje.

4.- CAIDA DE VOLTAJE DEBIDO A MOTORES:

$$\text{pcnt vdip m} = \text{pcnt vdip m} + (C2 * \text{length} / 100) \quad (4.14)$$

C2.- Resistencia de la línea en ohmios/un. de long., debido a la carga de los motores y que dependen del diámetro del conductor, desde los terminales de baja del transformador hasta el equipo eléctrico

Observación: Se divide para 100 para obtener en porcentaje.

5.- ADICION DE CAIDA DE VOLTAJE EN LAS BOBINAS DE ACONDICIONADORES DE AIRE

$$\text{pcnt vdip a} = \text{pcnt vdip a} + t1 \quad (4.15)$$

t1.- Es el porcentaje de caída de voltaje en las bobinas del transformador debido a la carga de A/A .

6.- ADICION DE CAIDA DE VOLTAJE EN LAS BOBINAS DE MOTORES

$$\text{pcnt vdip m} = \text{pcnt vdip m} + t2 \quad (4.16)$$

t2.- Es el porcentaje de caída de voltaje en las bobinas del transformador debido a la carga de los motores .

7.- CAIDA DE VOLTAJE TOTAL DEBIDO A ACONDICIONADORES DE AIRE

$$\text{pcnt vdip a} = \text{pcnt vdip a} * \text{aircon load} \quad (4.17)$$

8.- CAIDA DE VOLTAJE TOTAL DEBIDO A MOTORES

$$\text{pcnt vdip m} = \text{pcnt vdip m} * \text{motor dmd} \quad (4.18)$$

4.2.1.- OBSERVACIONES

El programa AC VOLTAGE DIP no ha sido aplicado en nuestro ejercicio de aplicación, mas igual que con el Voltaged Drop se lo aplicó en ejemplos diseñados, para poder comprobar como funciona. A continuación se detallan algunas observaciones sobre este programa.

No proporciona archivos de salida como hacen los programas Voltaged Drop y T.L.M.

La información de la corrida del programa la presentan en la misma pantalla que se observa el dibujo, parecido a lo que sucede cuando se corre el Voltaged Drop.

Como el formato de ingreso del programa exige que los valores de las cargas de motores y aire acondicionado tienen que ser enteros, esto dificulta

la exactitud de los resultados; por ejemplo si se desea ingresar el valor en KW de un motor de 5 HP , se tiene que ingresar 4 KW y no 3730 W, que sería lo adecuado. Luego el programa transforma a HP 4000 W y no 3730 W.

4.3.- ANALISIS DE LAS FORMULAS UTILIZADAS POR EL PROGRAMA T.L.M.

1) DEMANDA PROMEDIO:

$$DP = \text{PROM. KWH} / 720 \quad (4.19)$$

Prom. KWH .- Es el promedio de los consumos de cada uno de los abonados conectados al transformador de distribución.

Observación .- Se divide para 720 ya que en un mes tenemos 30 por 24 horas = 720 horas.

2) DEMANDA PICO:

$$\text{Dem. Pico} = \text{MAX.PICO KWH} / 720 \quad (4.20)$$

Máx.Pico KWH.- Es el mayor consumo de todos los abonados conectados al transformador de distribución.

3) FACTOR DE COINCIDENCIA:

$$F.\text{Coinc.} = 0.5 * (1 + (5 / (2 * \# \text{ABONADOS}) + 3)) \quad (4.21)$$

También el factor de coincidencia se lo puede calcular como:

$$F.\text{Coinc.} = 1 / \text{Factor Diversidad} \quad (4.22)$$

$$\text{Fact. Divers.} = \frac{\text{Suma de Dem. Máx. individ. del sistema}}{\text{Demanda Máxima del Sistema}} \quad (4.23)$$

Observación. - Al calcular el factor de coincidencia con las ecuaciones arriba anotadas, se obtienen resultados diferentes, ya que la ecuación 4.21, que es la que usa el programa, es empírica y depende del número de usuarios, lo que sera aplicable si éstos tienen similares patrones de consumo.

4) FACTOR DE UTILIZACION:

$$FU = (\text{MAX. DEM.}) / (\text{CAPACIDAD SISTEMA}) \quad (4.24)$$

El programa utiliza la siguiente fórmula para el cálculo del factor de utilización:

$$FU = (\text{MAX. KWH}) / (\text{KVA TRANSFORMADOR}) \quad (4.25)$$

Máx . KWH . - Es el mayor consumo de todos los abonados que son alimentados por el transformador analizado.

5) FACTOR DE CARGA:

$$FC = \text{PROM. KWH} / \text{MAX. KWH} \quad (4.26)$$

6) FACTOR DE PERDIDA:

$$FP = ((\text{PROM. KWH} / \text{MAX. KWH})) ** 2 \quad (4.27)$$

La ecuación representaría de mejor manera el factor de pérdidas si se calculara mensualmente y luego se obtiene un promedio, como se muestra:

$$FP = (\text{SUMATORIA } ((\text{PROM. KWH} / \text{MAX. KWH}))^2) / 12 \quad (4.28)$$

7) AJUSTE DE LOS KVA:

$$\text{AJUST. KVA} = (\text{KVA}) * (\text{FU} / 100) \quad (4.29)$$

KVA . - Capacidad del transformador de distribución analizado.

FU . - Factor de utilización.

Observación . - Este valor está dado en porcentaje.

8) AJUSTE DE LOS KWH:

$$\text{AJUST. KWH} = (\text{MAX. PICO KWH}) * (\text{FU} / 100) \quad (4.30)$$

4.4.- APLICACIÓN DE VOLTAGED DROP Y T.L.M. A EJERCICIOS ADICIONALES

4.4.1.- PRUEBAS CON EJEMPLOS DISEÑADOS.

Para comprender de mejor manera como trabaja el programa Cablecad, se aplicaron los programas Voltage drop y T.L.M. a ejemplos adicionales, los cuales se detallan a continuación.

Ejemplo 1:

Abonado conectado a:

1 transformador	50 KVA
Voltaje primario:	7620 V
Voltaje secundario:	120 / 240 V

Ejemplo 2:

Abonados conectado a:

1 transformador	70 KVA
Voltaje primario:	7620 V
Voltaje secundario:	120 / 240 V

Ejemplo 3:

Abonado conectado a:

1 transformador	50 KVA
Voltaje primario:	7620 V
Voltaje secundario:	120 / 240 V
Carga motores:	2 KW
A/A:	3 KW

Ejemplo 4:

Abonado conectado a:

1 Banco de transformadores	3 x 25 KVA = 75 KVA
Voltaje primario:	7620 V
Voltaje secundario:	120 / 208 V
Tipo de conexión:	estrella - delta

Ejemplo 5:

Abonado conectado a:

1 Banco de transformadores	3 x 25 KVA = 75 KVA
Voltaje primario:	7620 V
Voltaje secundario:	120 / 240 V
Tipo de conexión:	estrella - estrella

Ejemplo 6:

Abonado conectado a:

1 Banco de transformadores 3 x 25 KVA = 75 KVA

Voltaje primario: 7620 V

Voltaje secundario: 120 / 240 V

Tipo de conexión: estrella - delta

4.4.2.- OBSERVACIONES

Analizando los resultados que se han obtenido al aplicar los programas Voltage drop y T.L.M. a los ejemplos antes descritos, se puede concluir lo siguiente:

a) La actual programación de CABLECAD presenta algunas limitaciones, las cuales no interfieren de mayor manera en la aplicación practica del programa, si es que el usuario conoce las limitaciones y trabaja con mucha precaución .

b) Al aplicar el VOLTAGED DROP, el programa no reconoce el tipo de conexión que se tiene en el banco de transformadores, es decir, sea cual sea la conexión, los resultados de caída de voltaje en el secundario presentados por el programa, serán los mismos.

c) Para el caso de bancos de transformadores o transformadores monofásicos, el voltaje secundario para el cual realiza todos los cálculos del programa VOLTAGED DROP , es el primer valor de voltaje ingresado de la relación de transformación para el secundario, es decir, si se tiene un voltaje en el secundario de 120 / 240 ó 120 / 208 , el programa sólo reconocerá los 120 voltios. Si se ingresa un voltaje en el

secundario de 120 V. ó 240 V, el programa sí los reconocerá, siempre que éstos sean especificados individualmente.

d) Cuando se aplica el programa TRANSFORMER LOAD MANAGER (T.L.M.), no se tiene ningún inconveniente con los cálculos que realiza el programa, ya que la formulación para realizar los mismos, no depende del tipo de conexión de los transformadores, ni del voltaje al cual se encuentren trabajando. De la ecuación 4.21, que se utiliza para calcular el factor de coincidencia, vale indicar que es una ecuación experimental y se la puede aplicar para abonados que tienen un mismo patrón de consumo.

e) CABLECAD sí puede analizar un ejemplo en el cual la carga del abonado es alimentada a 120 V. (alumbrado y algunos electrodomésticos) y 220 V. (motores, aires acondicionados y cocinas eléctricas). Lo hace mediante la ejecución simultánea de dos programas: VOLTAGED DROP y AC VOLTAGE DIP.

f) El programa VOLTAGED DROP realiza el análisis por fase o presentándolo desde otro punto de vista, para abonados que sólo tienen sus acometidas conectadas a 120 V. Este tipo de abonado serían básicamente los de bajo consumo, es decir que no poseen equipos de aire acondicionado o cocina eléctrica. Los cálculos manuales efectuados coinciden con los que entrega Cablecad, y si hay variación se considera que se debe a la caída de voltaje en las bobinas del transformador (sólo para transformadores a 7200 V)

g) Para el caso de que el abonado tenga equipos que consumen 220 V, A/A y/o motores, se tiene que necesariamente separar estas

cargas para que el programa automáticamente aplique el programa AC VOLTAGE DIP. Así también el programa VOLTAGE DROP tiene una opción que permite analizar la caída de voltaje considerando el arranque de un motor, ésto lo hace mediante la ejecución del comando MOTOR STAR.

A continuación se presenta la tabla No. 4.1, con el resumen de los casos analizados; el detalle de los cálculos, gráficos y resultados se presentan en los anexos.

TABLA No. 4.1
DATOS DE TRANSFORMADORES ANALIZADOS

CASO	NUMERO	TIPO	KVA	UBICACIÓN
1	T1	1F CONV.	50	RINCONADA
2	T15	1F CONV.	75	RINCONADA
3	EJ. 1	1F CONV.	50	EJ. DISEÑADO
4	EJ. 2	BANCO	75	EJ. DISEÑADO
5	EJ. 3	BANCO	75	EJ. DISEÑADO
6	EJ. 4	BANCO	75	EJ. DISEÑADO

Los resultados del caso 1 se muestran en el anexo 1, en el gráfico # 6 se muestra la conexión del transformador, que es tipo Pat Mounted y su ubicación; este ejemplo es típico en este tipo de urbanizaciones.

Los resultados del caso 2 se muestran en el anexo 2. Los circuitos se muestran en el gráfico # 7, no se consideró la presencia de tableros de distribución, ya que el propósito del gráfico es mostrar como están conectados los usuarios.

Los resultados del caso 3 se muestran en el anexo 3. Este ejemplo fue diseñado principalmente para el análisis del programa MOTOR STAR, opción que presenta VOLTAGE DROP cuando el abonado tiene cargas conectadas a 220 V.

Los resultados de los de los casos 4, 5 y 6 son idénticos, por lo que solamente se presenta un resultado único, que se lo muestra en el anexo 4.

4.5.- ANALISIS DE FORMULAS UTILIZADAS PARA CALCULO DE PERDIDAS EN CIRCUITOS SECUNDARIOS.

4.5.1.- PERDIDAS DE POTENCIA

$$\text{PERD.} = ((IL)^2 * 2 * R) \quad (4.31)$$

PERD. = Potencia disipada en tramo de conductor secundario que se está analizando.

IL .- Corriente que circula por el tramo que se está analizando

Observación: Se multiplica por dos debido al retorno del alimentador

$$\text{PERD. TOT.} = (\Sigma (\text{PERD}_1 + \text{PERD}_2 + \dots + \text{PERD}_n)) * \text{F.P.} \quad (4.32)$$

PERD. TOT.- Sumatoria de potencia disipadas en todos los tramos del circuito analizado.

F.P. - Factor de pérdidas del transformador analizado. Este dato se lo obtiene por medio del T.L.M.

PERD₁ - Potencia disipada en tramo 1

PERD₂ - Potencia disipada en tramo 2

PERD_n - Potencia disipada último tramo del circuito analizado.

Observación.- La ec. 4.32 representa las pérdidas de potencia en el circuito secundario analizado. La unidad de medida es watos. En esta ecuación no se están considerando las pérdidas en las bobinas de los transformadores.

4.5.2.- PERDIDAS DE ENERGIA

$$\text{ENERGIA} = (\text{PERD. TOT.}) * 720 \text{ horas} \quad (4.33)$$

Observación.- El período de tiempo con que se calcula es de un mes:
 $720 = 24 \text{ horas} * 30 \text{ días}$. Es importante recordar que se tiene que trabajar con KW.

CAPITULO 5

ANALISIS DE REDES PRIMARIAS

5.1.- ANALISIS TEORICO DE CALCULOS EN REDES PRIMARIAS

El programa cablecad ejecuta con sus comandos cálculos de caída de voltaje y tlm al nivel del **circuito secundario** de un sistema de distribución, lo cual se explica en el capítulo 3 y 4.

Pero es necesario determinar caídas de voltaje y pérdidas de potencia al nivel de los **circuítos primarios**, puesto que con estos cálculos se completa el objetivo final, el cual es obtener y analizar la caída de voltaje, las pérdidas de potencia y energía en el sistema de distribución eléctrica.

El programa permite mediante el utilitario REPGEN el cual maneja una base de datos, obtener un informe, con el cual se puede seguir varias opciones para lograr este objetivo, a continuación se muestran dos:

- Una opción que puede tomar el lector, es realizar una INTERFASE, lo cual se explica brevemente a continuación

Se toma el REPGEN (base de datos) que es un archivo de texto, el cual debe ser convertido a una hoja de cálculo del programa Excel, utilizando la herramienta MACRO. En esta hoja se elabora un formato de reporte para datos y resultados, los cuales se los obtiene por medio de una programación acompañada de fórmulas que permitan alcanzar los objetivos:

- CAIDA DE VOLTAJE

- PERDIDAS

- Otra opción a elegir es utilizar el método “VOLTIO-AMPERIO-OHMIO”, el cual se explica en la sección 5.2, utilizando una hoja de cálculo del programa Excel, para elaborar una tabla de datos y resultados, cuyos cálculos se ejecutan con ayuda de un grupo de fórmulas, explicadas en la sección 5.4.

5.2.- ANALISIS TEORICO DEL METODO “VOLTIO-AMPERIO-OHMIO”.

El método voltio-amperio-ohmio, como se conoce es un método iterativo, en el cual el objetivo principal es de obtener el porcentaje de caída de voltaje, así como también las pérdidas de potencia y energía en el alimentador. A continuación se presenta una metodología resumida.

1. Para aplicar este método se debe concentrar la carga en los diferentes nodos, esto es de los ramales principales.
2. Se toma entonces el nodo más alejado de la subestación, al cual se le debe asumir un voltaje, y este será para la primera iteración.
3. Con este voltaje y los datos de la carga se calcula la corriente de línea para este tramo.
4. Luego se calcula la caída de voltaje en magnitud y porcentaje de este tramo.
5. Aquí también debe calcular las pérdidas de potencia **promedio**.
6. Con el valor de pérdidas de potencia, calculada en el paso 5, se calcula las pérdidas de energía para un periodo de tiempo, el cual se puede tomar un mes de 30 días x 24 horas = 720 horas.
7. Para obtener los resultados del próximo nodo, se repite los pasos del 3 al 6, con la diferencia que el paso 3 se debe sumar al voltaje

del nodo anterior la caída de voltaje producida en este tramo, y la carga para el próximo nodo será la acumulada.

8. El número de iteraciones será hasta que el voltaje calculado en la subestación sea igual o en un porcentaje mínimo con relación al medido en la misma.

5.3.- METODOLOGIA PARA CALCULOS EN REDES PRIMARIAS

Una vez que se tiene el alimentador seleccionado para el estudio, el cual se encuentra en un archivo gráfico del programa "cablecad", necesitamos los datos técnicos del mismo, los cuales se los toma de los archivos no gráficos del mismo programa. A continuación se detalla la metodología utilizada.

1. Se debe concentrar la carga en cada nodo, esto es obtener los KVA conectados por fase en cada ramal principal y las distancias entre nodos, con sus respectivos calibres de conductores, tal como se muestra en el GRAFICO No. 5.1, en este capítulo.
2. Se calcula los KVA por fase y los que salen de cada nodo. Los mismos que se obtienen del archivo de trabajo en cablecad, ver GRAFICO No. 5.2, No. 5.3, No. 5.4 y No. 5.5, en este capítulo.

3. Se calcula las corrientes por fase que sale de cada nodo, ver GRAFICO No 5.2, 5.3 y 5.4, en este capítulo.
4. Se calcula los KVA y las corrientes por fase en la subestación.
5. Se aplica el método voltio-amperio-ohmio, explicado en la sección 5.2.y cuyas fórmulas se muestran en la sección 5.4
6. Los resultados de caída de voltaje y pérdidas de potencia obtenidos se presentan en la sección 6.11
7. Luego se calcula las pérdidas de energía con la formula 5.4.12. la tabla que muestra estos resultados está numerada como 6.11.4.
8. Análisis de resultados.

Nota: Los cálculos de los literales 3 y 4 sirven como datos para ingresarlos en la hoja de cálculo de excel que ejecuta el método, y pueden no hacerlos si en su defecto se tienen las mediciones reales del alimentador tomadas en el campo.

GRAFICO No. 5.1

**Resumen de diagrama unifilar S/E "TENNIS CLUB"
Alimentador No. 4 "LOS LAGOS"**

CALIBRE DE CONDUCTORES
4 / 0 AWG ACSR

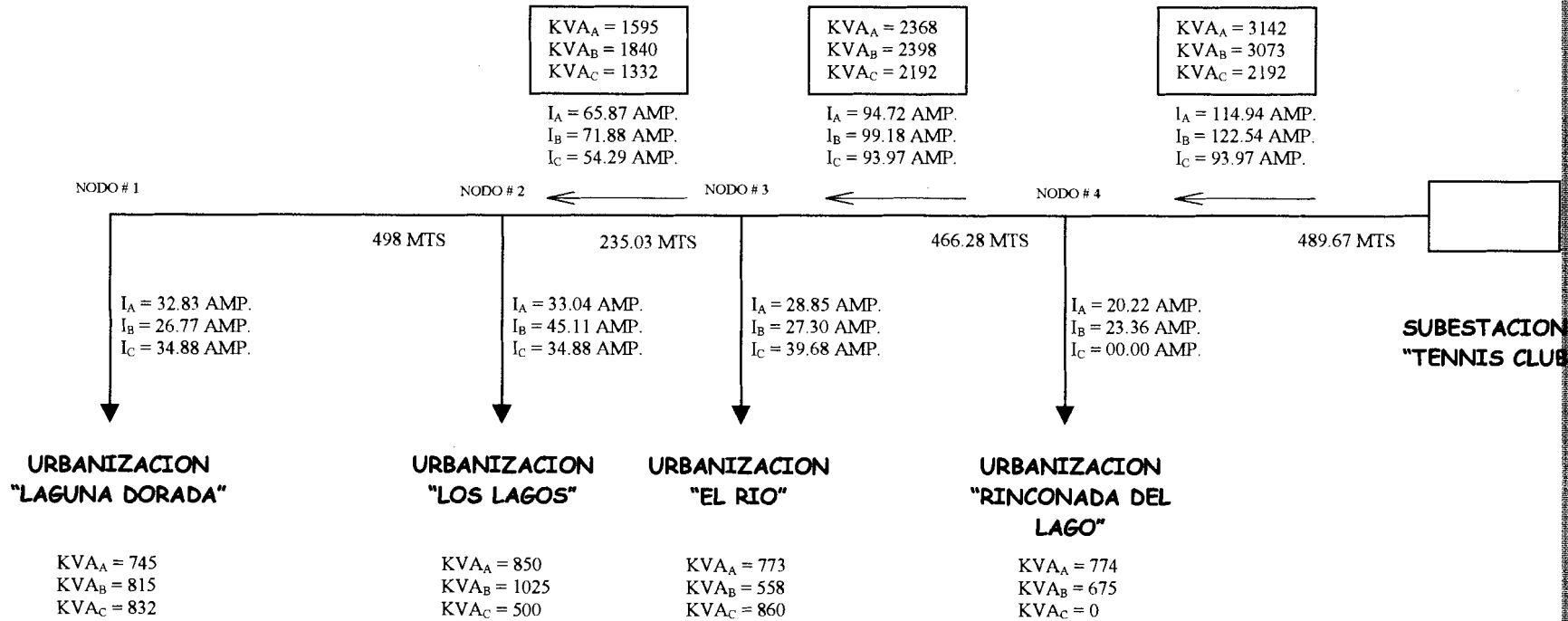


GRAFICO No. 5.2
Diagrama unifilar URBANIZACION "RINCONADA DEL LAGO"
NODO # 4

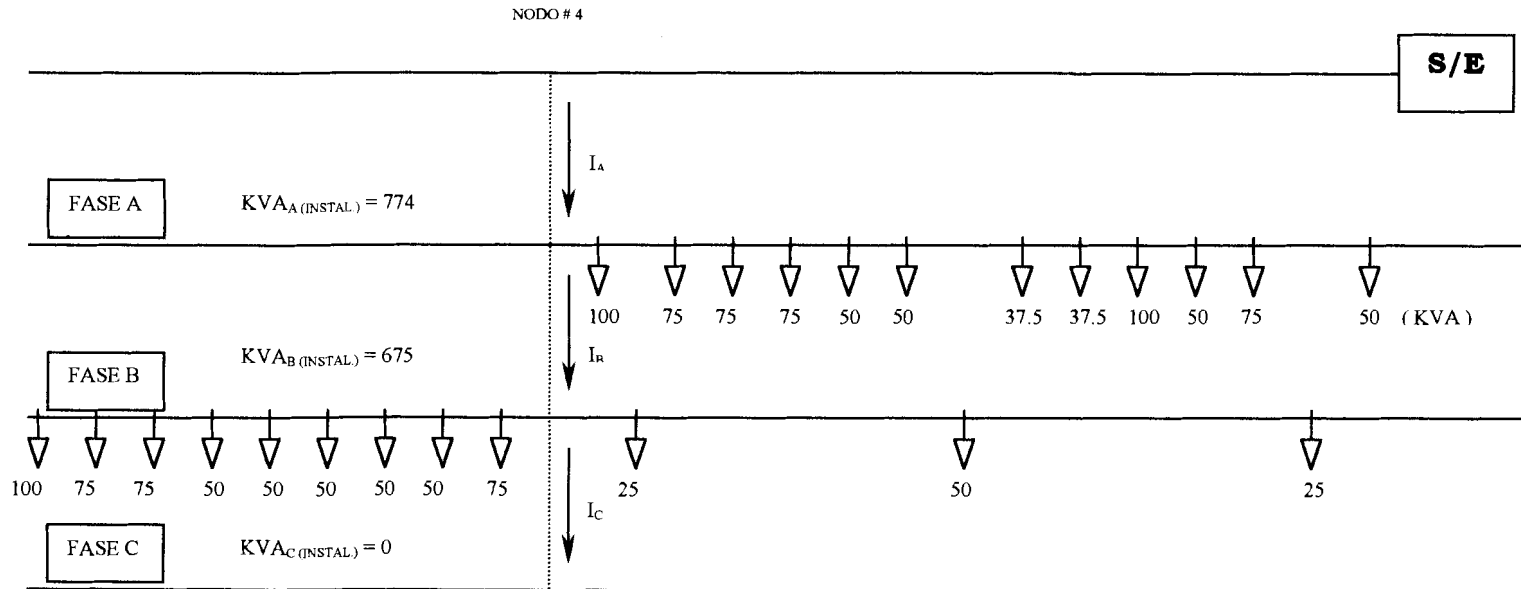


GRAFICO No. 5.3
Diagrama unifilar URBANIZACION "EL RIO"
NODO # 3

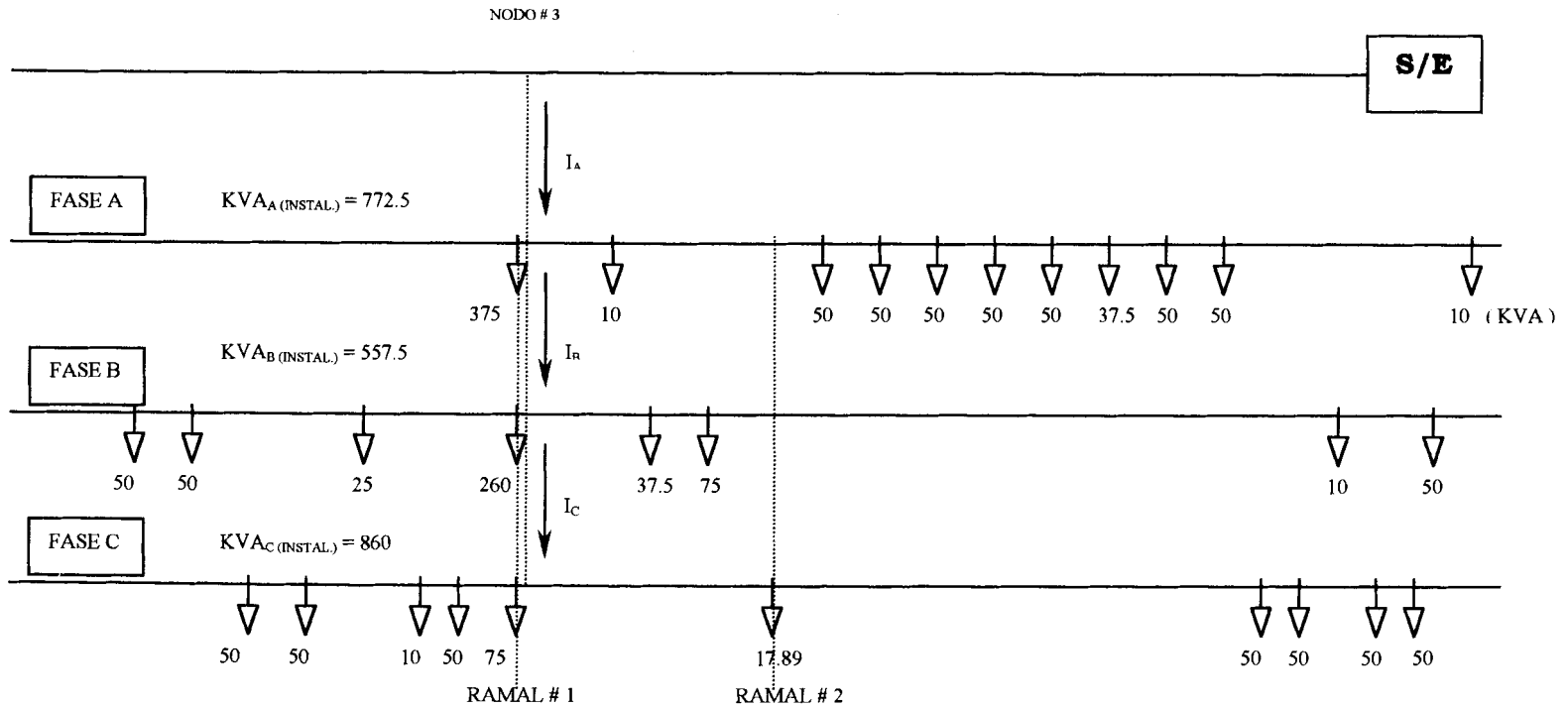


GRAFICO No. 5.3.1
Diagrama unifilar URBANIZACION "EL RIO"
NODO # 3
(RAMALES # 1 Y # 2)

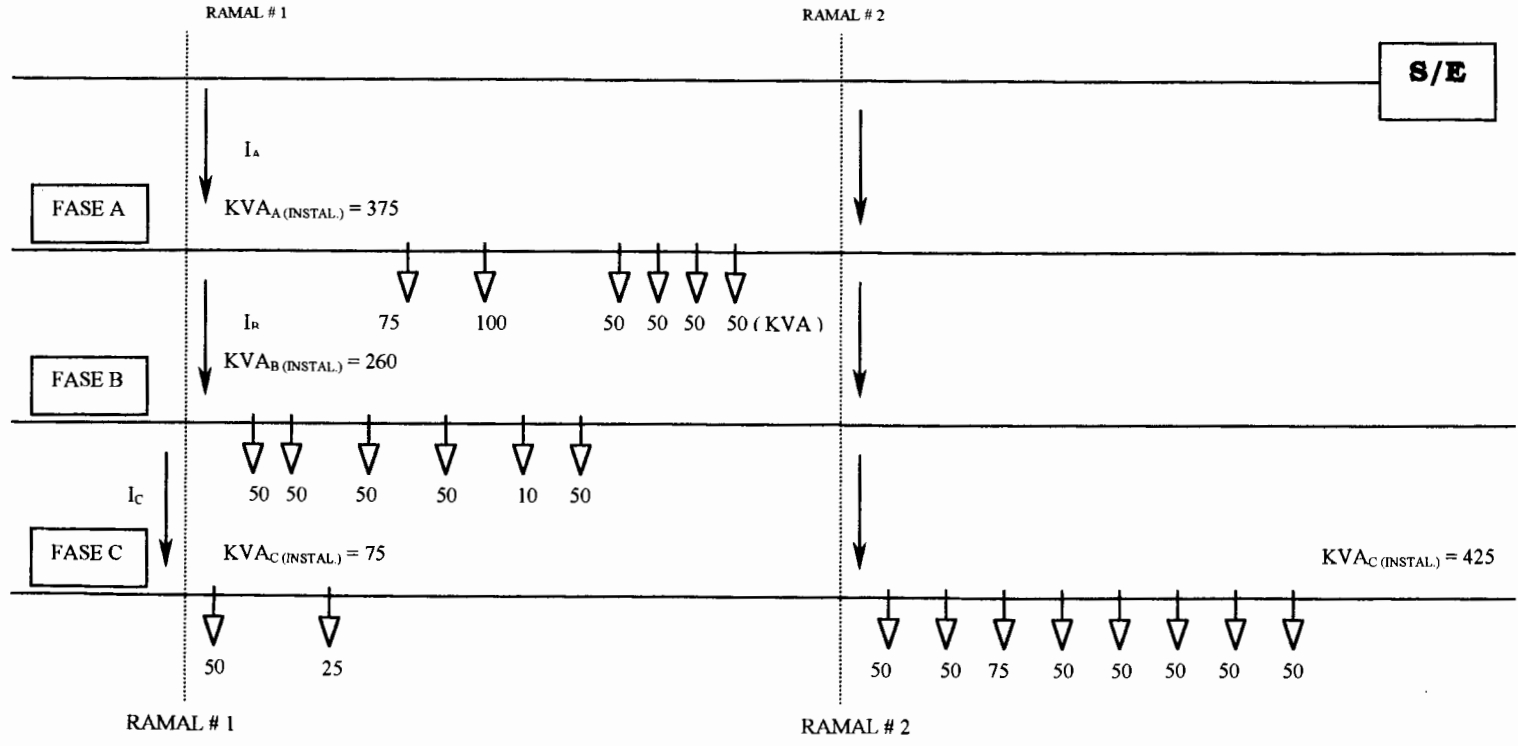


GRAFICO No. 5.4
Diagrama unifilar URBANIZACION "LOS LAGOS"
NODO # 2

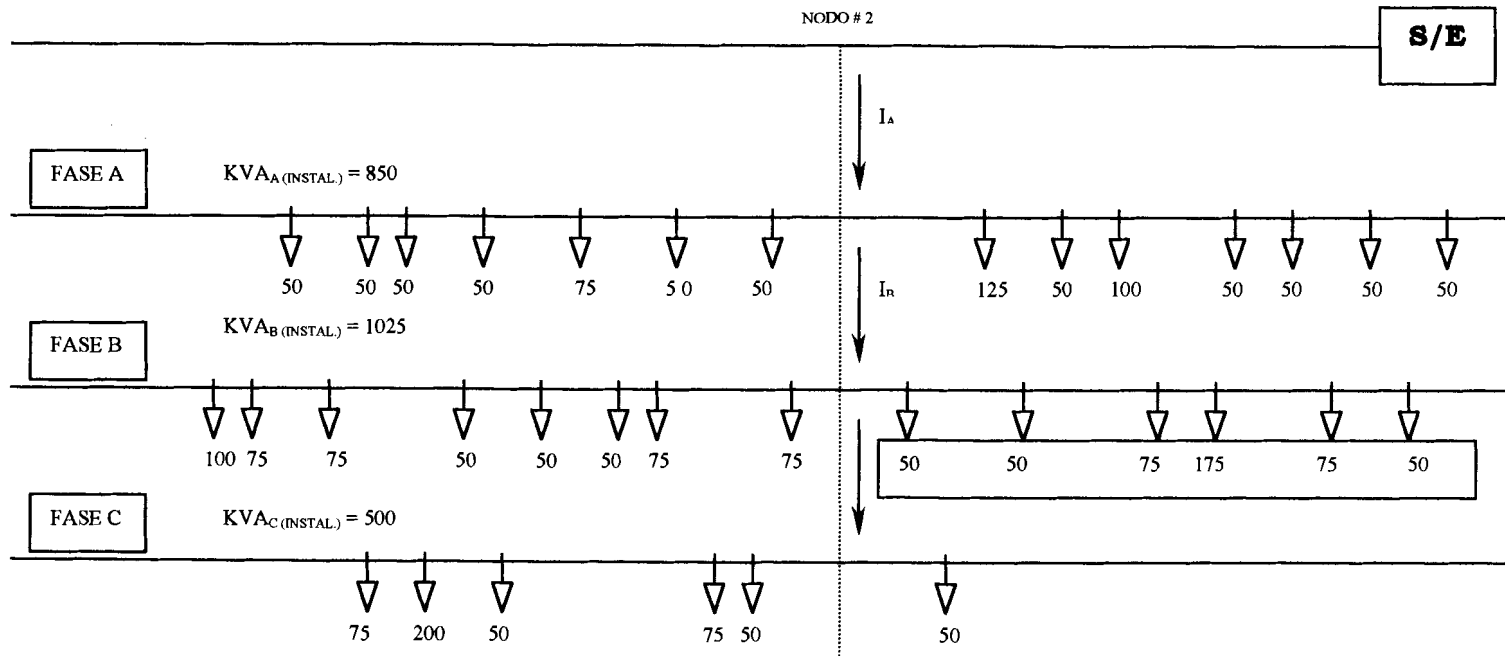
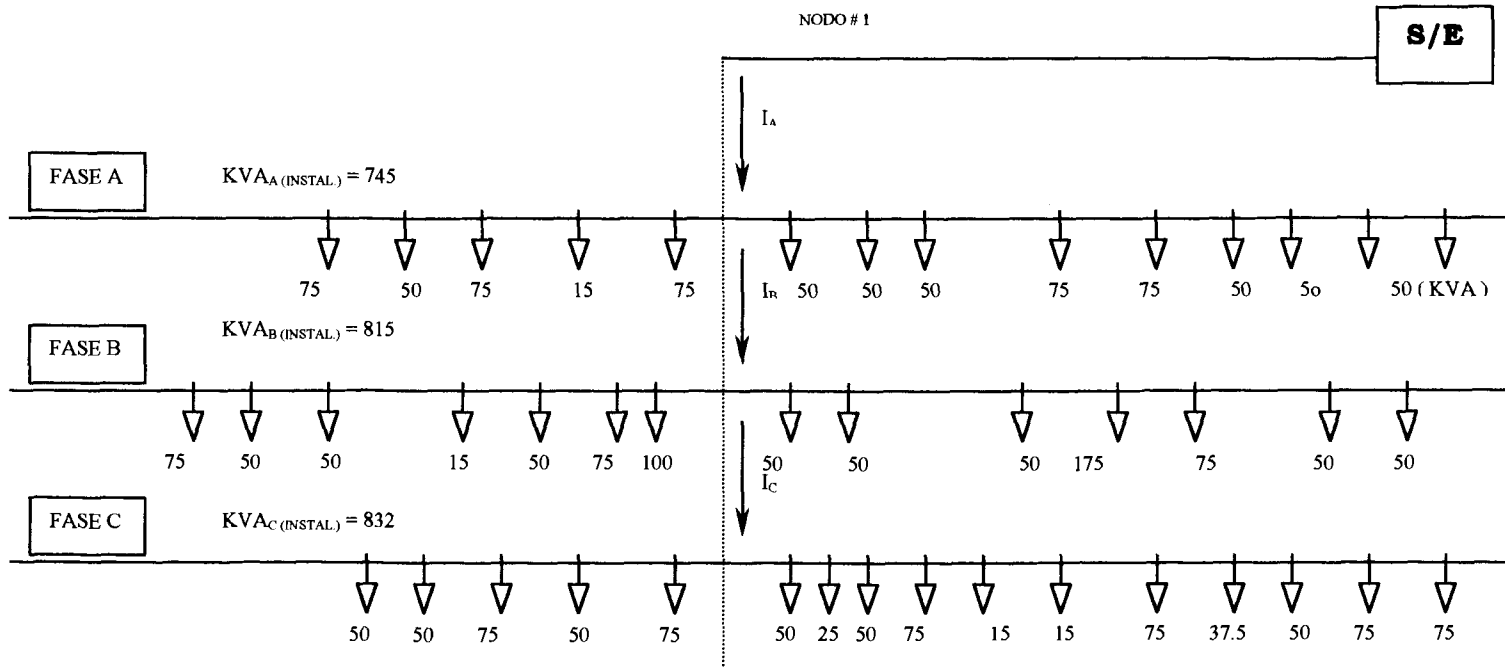


GRAFICO No. 5.5
DIAGRAMA UNIFILAR URBANIZACION "LAGUNA DORADA"
NODO # 1



5.4.- FORMULAS UTILIZADAS PARA CALCULOS EN REDES PRIMARIAS

$$KVA_{INST. ALIMENT.} = KVA_{INST. A} + KVA_{INST. B} + KVA_{INST. C} \quad (5.4.1)$$

PARA CADA FASE

$$KW_{ALIMENT. F} = KVA_{INST. F} * fp \quad (5.4.2)$$

$$KVAR_{ALIMENT. F} = KVA_{INST. F} * ACOS(fp) \quad (5.4.3)$$

$$KVAR_{ALIMENT. F} = SQR((KW_{ALIMENT. F})^2 + (KVAR_{ALIMENT. F})^2) \quad (5.4.4)$$

NODOS

$$I_{NOM RAMAL} = KVA_{INST. RAMAL} * 100 / V_{S/E} \quad (5.4.5)$$

$$F U_{RAMAL} = (I_{RAMAL} / I_{NIM. RAAML}) \quad (5.4.6)$$

$$CARGA (KW)_{NODO} = KVA_{INSTAL. NODO} * F U_{RAMAL} \quad (5.4.7)$$

$$CARGA (KVAR)_{NODO} = KVA_{INSTAL. NODO} * F U_{RAMAL} * SEN(ACOS(fp)) \quad (5.4.8)$$

$$CARGA (KVA)_{NODO} = SQR((KW_{NODO})^2 + (KVAR_{NODO})^2) \quad (5.4.9)$$

$$I_{L TRAMO (a)} = KW_{NODO} * 1000 / V_{NODO} \quad (5.4.10)$$

$$I_{L TRAMO (b)} = KVAR_{NODO} * 1000 / V_{NODO} \quad (5.4.11)$$

$$I_{L TRAMO} = SQR((I_{L TRAMO (a)})^2 + (I_{L TRAMO (b)})^2) \quad (5.4.12)$$

$$Z_{LINEA(a)} = Long. * Resistencia \quad (5.4.13)$$

$$Z_{LINEA(b)} = Long. * Reactancia \quad (5.4.14)$$

$$Z_{LINEA} = SQR((Z_{LINEA(a)})^2 + (Z_{LINEA(b)})^2) \quad (5.4.15)$$

$$CV_{LINEA} = Z_{LINEA} I_{LINEA} = (R + jX) * (I_r + jI_x) \quad (5.4.16)$$

$$PERD. LINEA = [(I_{LINEA-REAL})^2 + (I_{LINEA-IMAGIN.})^2] R_{LINEA} \quad (5.4.17)$$

$$\text{REG. V \%} = [(V_{S/E} - V_{\text{NODO}}) / (V_{S/E})] \quad (5.4.18)$$

REG. V % .- Regulación de voltaje en porcentaje.

$$\text{PERD. TOT. } 3 \text{ FASES} = \text{PERD. TOT.}_A + \text{PERD. TOT.}_B + \text{PERD. TOT.}_C \quad (5.4.19)$$

$$\text{PERD. ENERGIA ALIMENT.} = \text{PERD. TOT}_{3F} * T \quad (5.4.20)$$

CAPITULO 6

APLICACION AL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE LA EMPRESA

6.1.- PLAN PILOTO

Para demostrar la aplicación del ENGEN a sistemas eléctricos, se realizó un Plan Piloto de la Empresa Eléctrica Emelgur S.A., para poder así comprender de una mejor forma el alcance que tiene CABLECAD.

En nuestro plan piloto se escogió al alimentador #4 Los Lagos de la Subestación Tennis Club perteneciente al sistema de distribución EMELGUR S.A. ubicada en el Km 3.5 vía La Puntilla-Samborondón y que alimenta a las urbanizaciones Rinconada del Lago, El Río, Los Lagos y Laguna Dorada.

Este plan piloto se lo realiza, ya que si se hace una demostración completa del sistema Emelgur, sería un trabajo fuera del alcance del tópico.

6.2.- INGRESO DE INFORMACION

La información gráfica del alimentador Los Lagos de la Subestación Tennis Club perteneciente al sistema de distribución EMELGUR S.A. fue conseguida en archivos de AUTOCAD suministrados por EMELGUR

Lo primero que se realizó fue el levantamiento físico del alimentador Los Lagos, el cual distribuye energía eléctrica a las urbanizaciones Rinconada del Lago, El Río, Los Lagos y Laguna Dorada. También se realizó el levantamiento físico de las redes primarias y secundarias en el interior de estas urbanizaciones, como también el de las luminarias y transformadores de distribución con sus respectivas acometidas.

En segundo lugar se obtuvo la información comercial gracias a la ayuda del Departamento Comercial de EMELGUR, quienes facilitaron los datos de los consumos de los últimos 12 meses de los abonados de las urbanizaciones antes mencionadas, y luego se procedió con el ingreso de la

información gráfica y de texto del alimentador principal, redes primarias, redes secundarias, transformadores de distribución, acometidas, luminarias y abonados. Cabe recalcar que la mayoría de los transformadores de distribución eran del tipo Path Mounted, es decir con alimentación subterránea.

6.3.- INGRESO DE EJEMPLO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE EMELGUR . – ALIMENTADOR LOS LAGOS

El análisis requiere el ingreso de información en forma inteligente, esto es información gráfica y de texto en forma integrada, para ello una vez que ingresamos a CABLECAD, se sigue el siguiente camino:

Engen / Electric / Engineering / Facilities

Luego se puede proceder de la siguiente manera:

INGRESO DE SUBESTACION

Una vez que el usuario escoge este comando, el programa pide seleccionar el lugar en donde se ubicará la Subestación y luego se procede a ingresar la siguiente información:

- Nombre de la Subestación.
- Número de la Subestación.
- Finalmente se coloca la etiqueta de la Subestación.

INGRESO DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Al escoger este comando, la máquina pide seleccionar la Subestación a la cual se conectará el transformador de potencia, lo cual se realiza con el botón derecho del mouse. Si el lugar escogido es el correcto, se responde afirmativamente con el botón izquierdo del mouse, entonces el programa ubica el transformador en el interior de la Subestación con su orientación respectiva y luego se ingresa la capacidad y el número del transformador.

INGRESO DE LA BARRA DE SUBESTACION

Para esto el usuario debe realizar el snap (seleccionar con el botón derecho) el transformador de potencia al cual se conectará dicha barra. Si el punto seleccionado es el adecuado, entonces se localiza el segundo punto de la barra. Para salir de esta opción, se selecciona con el mouse la alternativa QUIT o sino presionamos la tecla ESC. Al final se debe ingresar el número de la barra.

INGRESO DEL BREAKER DE LA SUBESTACION

Se selecciona con el botón derecho del mouse la barra de la subestación en donde se va a colocar el breaker. Si el punto es el adecuado, se responde que sí con el botón izquierdo y seguidamente se ingresa el número, capacidad, tipo de breaker y se ubica la etiqueta.

INGRESO DEL SWITCH DE LA SUBESTACION

Se selecciona el punto en donde se desea conectar el switch de la misma manera que en los casos anteriores y se ingresa el número, capacidad, estado normal (abierto o cerrado) y se coloca la etiqueta del mismo.

Para ingresar las redes primarias y las redes secundarias, se debe permanecer en el camino **Electric/Facilities** y se puede proceder de la siguiente forma.

La red primaria aérea se ingresa gracias a la utilización del comando **OH PRIMARY**, para lo cual se localiza el punto inicial y el punto final del primario con la ayuda del botón derecho del mouse, luego se selecciona el tipo de conductor, material y fases de dicho primario.

Antes de ingresar la red secundaria, se debe ingresar el transformador de distribución, utilizando el siguiente camino:

Engen / Electric / Facilities / OH Devices / OH Xfmr

Luego de esto el programa pide seleccionar el primario al cual se va a conectar el transformador de distribución lo que se realiza utilizando el botón derecho del mouse. Si el punto es el correcto, se responde afirmativamente con el botón izquierdo y se ingresa la siguiente información:

- Tipo de Transformador
- KVA conectados
- KVA ajustados
- Números de abonados a los que alimentará
- Fase a la cual está conectada
- Número del Transformador

Posteriormente se ubica el transformador con su respectiva etiqueta.

Para salir de este comando el usuario lo puede realizar seleccionando con el mouse la opción Quit o presionando la tecla Esc. Nuevamente en Electric/Facilities, se escoge el comando **OH SECONDARY** que se utiliza para ingresar la red secundaria. El programa pedirá seleccionar el transformador de distribución del cual saldrá un alimentador secundario aéreo y a continuación se selecciona el material, calibre, número de cables; para salir del comando se utiliza la alternativa Quit o la tecla Esc

Cabe indicar que en estas urbanizaciones, la mayoría de los transformadores de distribución son del tipo Path Mounted, por lo que se utilizaron los comandos UG que corresponden a circuitos subterráneos.

Para ingresar el circuito primario subterráneo se escoge el comando **UG PRIMARY** (primario subterráneo) para lo cual se seleccionó el primario aéreo al cual va a estar a conectado, esto se realiza con el botón derecho del

mouse y luego se selecciona el material, calibre y fase del primario subterráneo.

A continuación se procede a ingresar los Path Mounted, y para ello se sigue el siguiente camino:

Engen/Electric/Facilities/UG Devices/UG Xfmr

De ahí en adelante se procede de igual manera que con los transformadores aéreos, es decir se selecciona el primario subterráneo al cual se va a conectar y luego se ingresa el tipo, número, fase, KVA del transformador.

Seguidamente se procede a ingresar la acometida de servicio y para ello el usuario puede utilizar los comandos **OH SERVICE** para el caso de acometidas aéreas y **UG SERVICE** para acometidas subterráneas. Para cualquiera de los casos el programa pide seleccionar el secundario o transformador al cual se va a conectar la acometida y finalmente se selecciona el material, calibre y número de cables de la misma.

6.4.- INGRESO DE INFORMACIÓN COMERCIAL

Para el ingreso de la información comercial, se contó con la ayuda del Departamento Comercial de EMELGUR, quienes nos facilitaron los datos de los consumos en KWH de los últimos 12 meses de todos y cada uno de los

abonados del alimentador Los Lagos, los mismos que se identifican por unos códigos los cuales son propios de cada urbanización. Una vez obtenida esta información se procedió con el ingreso de la misma y para ello se utilizó la ruta:

Engen / Electric / Facilities / Single Account

El comando **SINGLE ACCOUNT**, se utiliza para ingresar la información correspondiente a un solo cliente tales como:

- Nombre del Abonado
- Código del Abonado
- Dirección del Abonado
- Teléfono del Abonado
- Current KWH que es el último dato de consumo en KWH.
- KWH promedio
- KWH pico
- Demanda promedio en KW
- Consumo de los 12 meses en KWH

Para la utilización de este comando es importante tener en cuenta la manera como se calculó el KWH promedio y la demanda promedio.

El KWH promedio, se lo obtuvo sumando todos los consumos de un abonado, y luego dividiéndolo para 12.

Para calcular la demanda promedio, se dividió los KWH promedio para el producto de 720 por F_c , en donde los 720 representa las 720 horas que hay en un mes y F_c es el factor de carga que para este caso en especial se consideró un $F_c=0.65$, debido a que los consumos de los abonados de estas

urbanizaciones eran bastantes altos. Se debe indicar que se realiza esta operación ya que se tiene los KWH por mes.

6.5.- PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Una vez que se lleva a cabo el ingreso de la información tal como se lo explica en las secciones 6.2 y 6.3, se procede a realizar la aplicación de los programas de ingeniería con los que consta CABLECAD: Voltaged Drop y Transformer Load Manager (TLM). Para este propósito se tomó una muestra de transformadores de distribución par cada una de las urbanizaciones ya conocidas.

6.6.- APLICACIÓN DEL COMANDO VOLTAGED DROP

Para la aplicación del comando VOLTAGE DROP se seleccionó el transformador # 18, que se encuentra en la Urbanización Rinconada del Lago y el transformador # 19, que se encuentra en la Urbanización Laguna Dorada. Estos ejemplos no tienen carga de A/A y/o motores ingresada, por lo que la opción MOTOR STAR no es aplicada.

6.6.1.- METODOLOGIA

El procedimiento que se utilizó para la aplicación del comando VOLTAGE DROP está explicado en el capítulo 4.2

6.6.2.- FORMULAS UTILIZADAS

Las fórmulas que se utilizaron en la aplicación del comando VOLTAGE DROP están explicadas en el capítulo 4.1.

6.6.3.- RESULTADOS DE VOLTAGE DROP

A continuación se detallan los resultados del comando VOLTAGE DROP en las tabla # 6.1 para el T18 y 6.2 para T19. Los gráficos de los ejemplos se encuentran en los anexos.

Tabla # 6.1

Voltage Drops for Transformer T18 Due to Customer Loads

KVA Size: 25.0

Primary Voltage: 7200

Percent IR: 1.2%

Percent IX: 1.6%

Secondary Voltage: 120/240

Line	Color	Wire Type	Length	Dmd (KW)	Voltage Drop (%)	Total V. Drop (%)	Current Flow (Amps)
1	WHITE	2	22	7	1.22	1.86	58.3
2	RED	4	3	1	0.03	1.89	8.4
3	GREEN	2	30	6	1.44	3.31	50.6
4	BLUE	4	2	1	0.03	3.33	8.6
5	YELLOW	2	29	5	1.17	4.47	42.8
6	CYAN	4	3	1	0.04	4.51	8.7
7	MAGENTA	2	52	4	1.68	6.16	34.7
8	GREY	4	4	1	0.05	6.21	8.8
9	OFFWHITE	2	28	3	0.69	6.85	26.5
10	ORANGE	4	3	1	0.03	6.88	8.9
11	PINK	2	27	2	0.45	7.29	17.8
12	DARK_RED	4	3	1	0.04	7.33	8.9
13	KHAKI	2	30	1	0.25	7.55	8.9
14	DARK_BLUE	4	2	1	0.02	7.57	9.0
15	WHITE	2	11	2	0.17	0.81	16.7
16	RED	4	2	1	0.03	0.84	8.3
17	GREEN	2	50	1	0.39	1.20	8.3
18	BLUE	4	5	1	0.06	1.26	8.4

Tabla # 6.2

Voltage Drops for Transformer T19 Due to Customer Loads

KVA Size: 75.0

Primary Voltage: 7200

Percent IR: 1.0%

Percent IX: 1.5%

Secondary Voltage: 120/240

Line	Wire Color	Type	Length	Dm (KW)	Voltage Drop (%)	Total V. Drop (%)	Current Flow (Amps)
1	WHITE	4/0	11	9	0.35	0.53	75.0

6.7.- APLICACIÓN DEL COMANDO TLM

Para completar el análisis para los transformadores que se utilizaron en la sección 6.5 es necesario la aplicación del programa T.L.M., de esta forma se consigue un informe completo del funcionamiento de los transformadores.

6.7.1.- METODOLOGIA APLICADA

El procedimiento que se utilizó para la aplicación del comando T.L.M. está explicado en el capítulo 3.3

6.7.2.- FORMULAS UTILIZADAS

Las fórmulas que se utilizaron para la aplicación del comando T.L.M. están explicadas en el capítulo 4.3

6.7.3.- RESULTADOS DE TLM

Los resultados de la aplicación del comando T.L.M., a los transformadores T18 y T19, se muestran en la tablas # 6.3 y 6.4 respectivamente.

Tabla # 6.3

ENGHOUSE SYSTEMS LTD.
 TRANSFORMER LOAD REPORT
 Oct 28 1998

Transformer Number: T18
 Primary Voltage: 7200
 Secondary Voltage: 120/240
 Phasing: B
 Manufacturer:
 Impedance: 0.000
 Number of Customers: 9

	CALCULATED	TYPICAL
Average Demand: 0.104		3.458
Peak Demand: 0.104		-----
Coincidence Factor: 0.619		0.632
Utilization Factor: 3.000		-----
Load Factor: 1.000		0.301
Loss Factor: 1.000		0.122

Connected KVA: 25.000
 Adjusted KVA: 0.750
 Connected KWHR: 75.000
 Adjusted KWHR: 2.250

Tabla # 6.4

ENGHOUSE SYSTEMS LTD.
 TRANSFORMER LOAD REPORT
 Oct 28 1998

Transformer Number: T19
 Primary Voltage: 7200
 Secondary Voltage: 120/240
 Phasing: C
 Manufacturer: ABB
 Impedance: 1.000
 Number of Customers: 1

	CALCULATED	TYPICAL
Average Demand: 5.833		5.472
Peak Demand: 7.778		-----
Coincidence Factor: 1.000		1.000
Utilization Factor: 74.667		-----
Load Factor: 0.750		0.190
Loss Factor: 0.563		0.059

Connected KVA: 75.000
 Adjusted KVA: 56.000
 Connected KWHR: 5600.000
 Adjusted KWHR: 4181.333

6.8.- PERDIDAS EN CIRCUITOS SECUNDARIOS

Para el cálculo de las pérdidas de potencia y energía en los circuitos secundarios se consideró como modelos dos circuitos diferentes, especificando que el método utilizado es aplicable para los demás circuitos secundarios de este ejemplo.

6.8.1.- METODOLOGIA APLICADA

El procedimiento para el cálculo de las pérdidas en los circuitos es el siguiente:

Primero se obtiene las pérdidas ($I^2 * R * F.POT.$) en todos los tramos del secundario, luego se realiza la suma de todas estas potencias para obtener la pérdida total en el secundario. Los datos que necesitamos son la longitud, la resistencia del conductor y la corriente circulante por el tramo analizado.

6.8.2.- FORMULAS UTILIZADAS

Las fórmulas que se utilizaron para el cálculo de las pérdidas de energía y potencia en los circuitos secundarios están explicadas en el capítulo 4.5.

6.8.3.- RESULTADOS DE PERDIDAS DE ENERGIA Y POTENCIA

Las tablas # 6.5 y 6.6, que son presentadas a continuación, contienen las pérdidas de potencia en los circuitos secundarios del transformador T18 y T19 respectivamente.

Tabla # 6.5

Tabla de datos y resultados de Pérdidas en circuitos secundarios
para transformador T18

TRAMO	CALIBRE (ASCR)	DIST M	I L AMP	RESIST. OHM/M	PERDIDAS POTENCIA	PERDIDAS ENERGIA
1	2	22	58,3	0,0008763	65,52 W	47,17 KWH
2	4	3	8,4	0,0001392	0,029 W	0,02 KWH
3	2	30	50,6	0,0008763	67,30 W	48,45 KWH
4	4	2	8,6	0,0001392	0,020 W	0,01 KWH
5	2	29	42,8	0,0008763	46,55 W	33,51 KWH
6	4	3	8,7	0,0001392	0,031 W	0,02 KWH
7	2	52	34,7	0,0008763	54,86 W	39,49 KWH
8	4	4	8,8	0,0001392	0,043 W	0,03 KWH
9	2	28	26,5	0,0008763	17,23 W	12,40 KWH
10	4	3	8,9	0,0001392	0,033 W	0,02 KWH
11	2	27	17,8	0,0008763	7,49 W	5,39 KWH
12	4	3	8,9	0,0001392	0,033 W	0,02 KWH
13	2	30	8,9	0,0008763	2,08 W	1,49 KWH
14	4	2	9,0	0,0001392	0,022 W	0,01 KWH
15	2	11	16,7	0,0008763	2,688 W	1,93 KWH
16	4	2	8,3	0,0001392	0,019 W	0,01 KWH
17	2	50	8,3	0,0008763	3,01 W	2,16 KWH
18	4	5	8,4	0,0001392	0,049 W	0,03 KWH

SUMATORIA DE PERDIDAS POTENCIA = 267,0 W

SUMATORIA DE PERDIDAS DE ENERGIA = 192,16 KWH

Tabla # 6.6

Tabla de datos y resultados de Pérdidas en circuitos
para transformador T19

TRAMO	CALIBRE (ASCR)	DIST M	I L AMP	RESIST. OHM/M	PERDIDAS POTENCIA	PERDIDAS ENERGIA
1	4/0	11	75,0	0,0005518	34,14 W	24,58 KWH

SUMATORIA DE PERDIDAS POTENCIA = 34,14 W

SUMATORIA DE PERDIDAS DE ENERGIA = 24,58 KWH

6.9.- ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la aplicación del comando VOLTAGE DROP muestran que la caída de voltaje es considerable para el abonado más lejano. El transformador T18 alimenta únicamente luminarias, en cambio el T19 alimenta a un solo usuario, el cual no tiene problemas de bajo voltaje.

De acuerdo al reporte que se obtiene de la aplicación del comando T.L.M. se puede observar que el transformador T18 está siendo utilizado escasamente, en cambio el transformador T19 está a plena nominal, su factor de coincidencia es uno, lo cual era de esperarse puesto que alimenta a un solo usuario. Los factores de carga y de pérdidas de los dos transformadores son pequeños, en un caso por ser un solo abonado, y en el otro por ser consumos mensuales constantes.

Las pérdidas de potencia y energía en los circuitos secundarios analizados son bajas. Uno de nuestros transformadores alimentaba únicamente luminarias, por lo que el consumo se asumió uniforme y no elevado. Para el cálculo de las pérdidas no se tomó en cuenta la pérdidas en la bobinas de los transformadores, mas para los ejemplo analizados, éstas no incrementan mayormente la magnitud de las pérdidas.

6.10.- APLICACIÓN DE CALCULOS DE CAIDA DE VOLTAJE EN LA RED PRIMARIA

Para este análisis se toma la opción en la cual se aplica el método “VOLTIO-AMPERIO-OHMIO”, que se explico en la sección 5.2.

DATOS DEL SISTEMA A APLICARSE

En este proyecto se ha a analizado y aplicado al sistema de un plan piloto el cual es el alimentador No. 4 “LOS LAGOS” de la subestación TENNIS CLUB.

Los datos del sistema, tanto la información gráfica y no gráfica se encuentran almacenados en los archivos del programa cablecad, los cuales junto con otros datos obtenidos de la ejecución del programas voltage drop, se muestran en el GRAFICO No. 5.1, que corresponde al resumen del diagrama unifilar del plan piloto.

Los datos de impedancia de la linea (resistencia y reactancia) se toman de la TABLA No. 1 ASCR.TXT, que corresponde a valores de impedancia para conductores de aluminio.

METODOLOGIA DE APLICACIÓN AL SISTEMA

La metodología de aplicación se muestra en la sección 5.3, y esto es el método “voltio-amperio-ohmio”.

FORMULAS DE APLICACIÓN AL SISTEMA

Las fórmulas utilizadas en esta aplicación están descritas en la sección 5.4.

Por ser un método iterativo, se debe intentar hasta que el margen de error sea mínimo, es decir tratar que el voltaje de la subestación calculado sea igual al medido.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN AL SISTEMA

Estos resultados fueron organizados en una hoja de cálculo que se mostrará al final de este capítulo en la TABLA No. 6.11.1 y No. 6.11.2.

6.11.- APLICACIÓN DE CALCULOS DE PERDIDAS EN LA RED PRIMARIA

Los cálculos para el análisis de esta sección se lo realiza en la misma hoja de cálculo de la caída de voltaje de la TABLA No. 6.11.1 Y No. 6.11.2, con la formulación expuesta en el literal 4 del capítulo 5, puesto que es parte de la metodología seguida para calcular las pérdidas de potencia, expuestas en la sección 5.3. Los valores obtenidos aquí se los calcula por fase y luego un valor total de las tres fases. Los mismos que son expuestos en la TABLA No. 6.11.3.

Para calcular las pérdidas de energía en el alimentador, se emplea la fórmula 5.4.12.

El intervalo de tiempo se lo obtiene de escoger un mes de 30 días, es decir 720 horas.

TABLA DE RESULTADOS PARA CALCULOS DE CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN LA RED PRIMARIA

APLICACION EN ALIMENTADORA: LOS LAGOS (# 4)

RESUMEN

FASE A			
VOLTAJE EN SE (VOLT)	7621.02	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
CORRIENTE MEDIA EN SE (AMP)	95.92	XCBR12M	XCBR12M
FACTORES DE POTENCIA	0.9	0.36791	0.44218
KVA INSTAL. EN ALIMENT.	1045.00		
KVA INSTAL. EN FASE	3142.00		
CARGA MAX. EN FASE (KW/KVAR/KVA)	2827.80	1369.27	3142.00

FASE B			
VOLTAJE EN SE (VOLT)	7615.02	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
CORRIENTE MEDIA EN SE (AMP)	52.49	XCBR12M	XCBR12M
FACTORES DE POTENCIA	0.9	0.36791	0.44218
KVA INSTAL. EN ALIMENT.	840.18		
KVA INSTAL. EN FASE	2073.00		
CARGA MAX. EN FASE (KW/KVAR/KVA)	2763.20	1339.47	2073.00

FASE C			
VOLTAJE EN SE (VOLT)	7621.02	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
CORRIENTE MEDIA EN SE (AMP)	52.99	XCBR12M	XCBR12M
FACTORES DE POTENCIA	0.9	0.36791	0.44218
KVA INSTAL. EN ALIMENT.	849.30		
KVA INSTAL. EN FASE	2122.00		
CARGA MAX. EN FASE (KW/KVAR/KVA)	1972.80	855.47	2122.00

NODO D			
KVA INSTALADOS	745.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	745.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	97.76	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	97.80		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)			
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.34		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	223.18	109.26	256.20
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	29.82	-14.44	33.13
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.18	0.22	0.29
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	8.44	3.92	9.49
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.20116	0.24176	0.31450
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.20116	0.24176	0.31450

NODO D			
KVA INSTALADOS	815.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	815.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	106.24	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	106.24		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)			
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.25		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	163.61	82.93	186.01
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	24.32	-11.78	27.05
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.18	0.22	0.29
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	7.63	3.20	7.74
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.13883	0.16984	0.22964
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.13883	0.16984	0.22964

NODO D			
KVA INSTALADOS	832.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	832.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	109.17	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	98.38		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)			
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.32		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	229.24	115.87	265.82
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	31.66	-15.31	35.17
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.18	0.22	0.29
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	9.18	4.16	10.08
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.22667	0.27242	0.35493
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.22667	0.27242	0.35493

NODO C			
KVA INSTALADOS	1593.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	850.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	111.53	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	35.04		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.21593		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.30		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7559.71	3.92	7559.72
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	452.08	219.96	502.28
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.05	0.10	0.14
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	9.18	3.71	9.88
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.8977	0.4598	0.9583
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.8982	0.4602	0.9111

NODO C			
KVA INSTALADOS	1640.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	1023.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	134.30	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	45.11		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.23593		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.34		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	4935.88	3.20	4935.88
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	65.27	-31.62	72.52
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.09	0.10	0.14
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	8.93	4.05	9.81
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.4448	0.4466	0.7111
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.5887	0.7073	0.7204

NODO C			
KVA INSTALADOS	1332.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	500.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	63.61	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	19.41		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.21303		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.39		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7566.81	4.16	7566.81
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	372.69	180.62	416.07
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.09	0.10	0.14
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	6.74	3.05	7.40
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.2699	0.3112	0.4048
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	0.4584	0.5824	0.7292

NODO B			
KVA INSTALADOS	2148.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	773.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	101.43	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	28.85		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.44628		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.28		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7957.90	7.63	7957.90
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	650.26	315.39	721.69
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.17	0.21	0.27
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	23.38	10.87	25.64
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	1.5645	1.8802	2.4460
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	2.1474	2.5877	3.3373

NODO B			
KVA INSTALADOS	2386.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	538.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	73.22	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	27.30		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.44628		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.37		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7564.81	7.20	7564.81
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	480.86	238.19	556.69
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.17	0.21	0.27
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	24.44	11.07	26.83
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	1.7163	2.0679	2.6377
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	2.3032	2.7204	3.6041

NODO B			
KVA INSTALADOS	2182.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	860.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	112.85	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	79.68		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.44628		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.35		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7973.35	7.21	7973.35
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	645.02	312.75	716.84
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.17	0.21	0.27
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	23.13	10.48	25.99
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	1.5369	1.8471	2.4029
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	2.0926	2.4307	3.1621

NODO A			
KVA INSTALADOS	3142.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	74.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	101.56	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	21.22		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.48967		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.26		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7591.25	18.20	7591.25
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	196.51	84.40	219.02
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.18	0.22	0.28
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	29.73	13.42	32.62
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	2.4157	2.8632	3.7618
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	3.4531	4.5832	6.1341

NODO A			
KVA INSTALADOS	3873.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	675.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	23.36	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	9.4969		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.9		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.26		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7589.25	18.31	7589.25
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	842.80	409.84	937.16
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.18	0.22	0.28
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	31.70	14.72	34.78
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	2.7473	3.2073	4.2992
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	3.9724	4.6722	6.2822

NODO A			
KVA INSTALADOS	2192.00	CONDUCTOR 40 AWG ASR	
KVA INSTALADOS TOMADOS EN NODO	0.00	XCBR12M	XCBR12M
CORRIENTE NOMINAL EN RAMAL (AMP)	0.00	0.36791	0.44218
CORRIENTE EN RAMAL (AMP)	0.00		
LONGITUD DE LA LINEA (CM)	0.48967		
FACTORES DE POTENCIA	0.9		
FACTORES DE UTILIZACION RAMAL	0.00		
VOLTAJE EN NODO (VOLT)	REAL	IMAGINARIO	MAGNITUD
CARGA EN NODO (KW/KVAR/KVA)	7596.69	17.69	7596.69
CORRIENTE EN LA LINEA (AMP)	646.56	314.59	719.03
IMPEDANCIAS EN LA LINEA (OHM)	0.18	0.22	0.28
CAIDA DE VOLTAJE EN LA LINEA	24.30	10.87	26.66
PERDIDAS EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	1.6140	1.8986	2.2314
PERD. ACTM. EN LA LINEA (KW/KVAR/KVA)	2.2264	2.7209	3.4854

VOLT CALC SE			
	7620.95	31.62	7621.0997

VOLT CALC SE			
	7620.95	32.63	7621.0211

VOLT CALC SE			
	7620.97	28.64	7621.0245

TABLA No. 6.11.2

TABLA DE RESULTADOS PARA CALCULOS DE CAIDA DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN LA RED PRIMARIA

APLICACION EN ALIMENTADORA: LOS LAGOS (# 4)

SUBESTACION: TENNIS CLUB
ALIMENTADORA: # 4 (LOS LAGOS)

SUBESTACION	FASE		
	A	B	C
Corriente medida en S/E	99.6	52.49	119.88
Voltaje en S/E (volts)	7621.02	7621.02	7621.02
Factor de Potencia	0.9	0.9	0.9
Demanda max. En S/E (KW)	583.149	360.025	822.247

NODO	FASE A							FASE B				FASE C			
	Urbantacion		L (MTS)	I consumida (A)		KVA Instalados		I consumida (A)		KVA Instalados		I consumida (A)		KVA Instalados	
	Ramal	Tramo Linea		Ramal	Linea	Ramal	Linea	Ramal	Linea	Ramal	Linea	Ramal	Linea	Ramal	Linea
D	Laguna Dorada		52.49	32.83	745	745	26.77	815	815	34.85	832	832			
C	Los Lagos	235.03	33.04	65.87	850	1595	45.11	71.88	1025	1840	19.41	54.29	500	1332	
B	El Rio	486.28	28.85	94.72	773	2368	27.3	99.18	558	2398	39.68	93.97	860	2192	
A	Rincon. Del Lago	489.67	20.22	114.94	774	3142	23.36	122.54	675	3073	0	93.97	0	2192	
TOTAL	ALIMENTADOR	1688.98		114.94		3142		122.54		3073		93.97		2192	

RESUMEN DE CALCULOS Y COMPARACION

TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR EL METODO												
SUBESTACION	FASE A			FASE B			FASE C			REG. VOLT. %		
	Real	Imaginario	Magnitud	Real	Imaginario	Magnitud	Real	Imaginario	Magnitud			
VOLTAJE EN S/E (VOLT.)	7620.95	31.62	7621.02	7620.95	32.63	7621.02	7620.97	28.66	7621.02			
DEMANDA EN FASE	792.9275	387.3062	882.46	845.3447	413.1410	941.08	648.1694	316.5320	721.33			
CORRIENTE EN LA FASE	104.13	-50.64	115.79	111.05	-54.00	123.49	85.11	-41.41	94.65			
PERDIDAS TOTALES (KW+I KVAR = KVA)	4.5631	5.48	7.13	5.0525	6.07	7.90	3.6366	4.37	5.69			
LONGITUD TOTAL (KM)	1688.98			1688.98			1688.98					
VOLTAJE EN NODO D		0	7551.07		0	7348.83		0	7557.63			
										0.91785		0.94726
												0.83184

TABLA DE DATOS REFERENCIALES MEDIDOS EN S/E												
SUBESTACION	FASE A			FASE B			FASE C			REG. VOLT. %		
	Real	Imaginario	Magnitud	Real	Imaginario	Magnitud	Real	Imaginario	Magnitud			
DEMANDA EN FASE	683.149	330.86	752.65	360.025	174.37	400.03	822.247	398.23	913.61			
CORRIENTE EN LA FASE			99.4			52.49			119.88			
VOLTAJE EN S/E			7621.02			7621.02			7621.02			

TABLA No. 6.11.3

TABLA DE RESULTADOS PARA CÁLCULOS DE PERDIDAS DE POTENCIA TOTAL
EN LA RED PRIMARIAAPLICACION EN ALIMENTADORA: LOS LAGOS (# 4)

	FASES (A+B+C)		
	KW	KVAR	KVA
PERDIDAS TOT. 3 FASES calc. en s/e	13.25	15.93	20.72
DEMANDA EN ALIMENTADORA calc. en s/e	2286.64	1116.98	2544.87

TABLA No. 6.11.4
TABLA DE RESULTADOS PARA CALCULOS DE PERDIDAS DE ENERGIA
EN LA RED PRIMARIA

APLICACION EN ALIMENTADORA: LOS LAGOS (# 4)

calc. en s/e	POT. TOT. 3 FASES (KW)	INTERVALO DE TIEMPO (H)	ENERGIA ALIMENT. (KWH)
	2286.64	720	1646381.9177

calc. en s/e	PERD. POT. TOT. 3 FASES (KW)	INTERVALO DE TIEMPO (H)	PERD. DE ENERGIA ALIMENT. (KWH)	% DE PERD. DE ENERGIA ALIMENT.
	13.25	720	9541.5274	0.5795

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.- CONCLUSIONES

De acuerdo al trabajo realizado se puede concluir lo siguiente:

Que el software CABLECAD es una herramienta sumamente útil cuando se diseña sistemas eléctricos de distribución, ya que gracias a su configuración inteligente nos permite automatizar el diseño de redes eléctricas de una manera simple, eficaz y confiable, es decir que se puede tener registrada toda la información necesaria acerca de las redes y sus elementos.

El manejo de este software se adapta a las necesidades del usuario, ya que éste sigue las instrucciones que le va dando la máquina, la cual es interactiva con el usuario, va presentando cuales son los pasos a seguir y prevee errores que pueda cometer el usuario.

Con respecto al análisis de fórmulas realizado, se puede concluir que el programa VOLTAGED DROP es útil, teniendo en cuenta que realiza un análisis por fase, es decir, sólo trabaja con un nivel de voltaje (120 o 240 V); mas permite tener una idea clara de la configuración y funcionamiento de un circuito, por ejemplo presenta reportes de caídas de voltajes y corrientes circulantes. Y es importante recordar que el programa sí puede analizar usuarios que tienen cargas conectadas a 220 V (motores y/o A/A), lo hace mediante la aplicación simultánea de los programas VOLTAGE DROP Y AC VOLTAGE DIP.

Así mismo el programa T.L.M. nos permite planificar cual va a ser la carga de un transformador y tener datos específicos de su funcionamiento, como lo son el nivel de sobrecarga y las pérdidas que pudiera tener, esto es fundamental para el manejo y planificación de un sistema eléctrico.

Al efectuar el trabajo, se mantuvo contacto con el personal de EMELGUR y quedo establecido que no se tienen estudios actualizados de las redes eléctricas de las ciudades que proveen energía eléctrica. Con el programa CABLECAD se puede ingresar toda esta información y trabajar de mejor manera en lo que respecta a planificación y funcionamiento de las redes, ya que se pudiera tener un stock de todos los elementos de las mismas, detalles del funcionamiento de los transformadores, valores de caídas de voltaje, además juegos completos de planos e impresiones de sectores en los que se va a trabajar, etc.

Con todo esto podemos concluir que CABLECAD no sólo se lo puede utilizar para trabajos de inventarios y presupuestos, eso sería desaprovechar el programa. Su utilización puede ser mucho más beneficioso al aplicarlo en trabajos de planificación y mantenimiento de redes eléctricas y sus elementos.

Es importante mencionar que el estudio realizado al plan piloto, se basa en datos de demanda promedio obtenido de los consumos mensuales de cada usuario, los cuales son ingresados al programa (base da datos). De aplicar el programa de caída de voltaje obtenemos la corriente del circuito secundario, que luego es referida al primario. La corriente en cada ramal del alimentador principal se obtiene sumando la corriente primaria referida de todos los transformadores conectados a una misma fase. El mismo procedimiento se aplica a las demás fases.

Entonces las pérdidas de potencia y energía son valores promedios y específicos del plan piloto.

$$\text{Pérd.Pot. Tot. (Aliment.)} = \text{Pérd.Pot. Tot. (Secundario)} + \text{Pérd.Pot. Tot. (Primario)}$$

$$= 10,81 \text{ (KW.) } + 13,25 \text{ (KW.) }$$

$$= 24,06 \text{ (KW.) }$$

$$\text{Pérd.Energ. Tot. (Aliment.)} = \text{Pérd.Energ. Tot. (Secundario)} + \text{Pérd.Energ. Tot. (Primario)}$$

$$= 3602,00 \text{ (KWH.) } + 9541,53 \text{ (KWH.) }$$

$$= 13143,53 \text{ (KWH.) }$$

7.2.- RECOMENDACIONES AL INGRESAR REDES EN CABLECAD

Si su archivo es bastante grande se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Cada cierto tiempo o avance del dibujo aplique el programa SET CONECTIVITY para verificar que no tenga problemas de conectividad, que luego son más difíciles de solucionar
- Si tiene un problema de conectividad, no pierda la paciencia, aplique la opción SHOW CONECTS, que le presenta las relaciones padres e hijos de todos los elementos de las redes. Al hallar algún elemento “ desconectado “ , utilice la opción CONECTS y DESCONECTS si es que es necesario.
- Es recomendable que saque un BACK UP de su archivo cada que termine su trabajo diario, así tendrá un respaldo de su trabajo que le puede ser muy útil.
- No está de más que también guarde un respaldo adicional de sus trabajo en discos de 3 ½.
- Respecto al plano en sí, utilice las herramientas que Ud. crea necesarias para que su dibujo sea los más explícito posible.
- Todos los elementos utilizados, como son SWITCHES, POSTES, TRANSFORMADORES Y ABONADOS tienen que tener cada uno su color de identificación y su texto apropiado

ANEXO 1

CASO 1

Urb. Rinconada del Lago .- abonado # 90000

Datos: Transformador 1F. tipo pat mounted 50 KVA

Acometida: 16 m de conductor 4/0

CONSUMOS MENSUALES

MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
KWH	2578	2579	1955	2295	2769	2277	1745	2064	1826	2039	2433	1795

PROM KWH = 2196

KWH PICO = 2769

DPROM = 5 KW

VOLTAGED DROP

$$P1 = 5000/3 = 1666.666$$

$$P2 = 120/\sqrt{3}$$

$$P3 = 16 * 0,445 * 0,9 / 1609 = 0,0039826$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = 16 * 0.581 * 0.436 / 1609 = 0,002519$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,2709 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,2709 / (0,0039826 + 0,002519)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 41,666 \text{ A}$$

$$\% \text{VDROP} = (0,2709 / 120) * 100$$

$$\% \text{VDROP} = 0,22 \%$$

Utilizando la fórmula de la cte K

$$\% CV = (5 / 10 * (0.12)^2) * (0,0039826 + 0,002519)$$

$$\% CV = 0,22 \%$$

TLM**DEMANDA PROMEDIO**

$$DPROM = 2196 / 720$$

$$DPROM = 3.05$$

DEMANDA PICO

$$DPICO = 2769 / 720$$

$$DPICO = 3.8458$$

FACTOR DE COINCIDENCIA

$$F. Coinc. = 0.5 * (1 + (5 / (2 * 1) + 3))$$

$$F. Coinc. = 1$$

FACTOR DE UTILIZACION

$$F.U. = (2769 / 50)$$

$$F.U. = 55.38$$

FACTOR DE CARGA

$$F.C. = 2196 / 2769$$

$$F.C. = 0.793$$

FACTOR DE PERDIDAS

$$F.P. = (2196/2769)^2$$

$$F.P. = 0.6289$$

AJUSTE DE LOS KVA

$$AJ. KVA = (50) * (55.38/100)$$

$$AJ. KVA = 27.69$$

AJUSTE DE LOS KWH

$$AJ. KWH = 2769 * (55.38 / 100)$$

$$AJ. KWH = 1533.4722$$

ANEXO 2

CASO 2

Urb. Rinconada del Lago .- Condominio : 4 abonados

Datos: Transformador 1F. tipo pat mounted 75 KVA

CONSUMOS MENSUALES ABONADO # 86000

MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
KWH	2435	2239	2046	1642	2336	2275	601	426	18	1739	1031	1736

PROM KWH = 1544 KWH

KWH PICO = 2435 KWH

DPROM = 3 KW

CONSUMOS MENSUALES ABONADO # 85500

MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
KWH	1360	1416	839	1715	2296	2044	1800	1710	1350	1149	996	2148

PROM KWH = 1569 KWH

KWH PICO = 2296 KWH

DPROM = 3 KW

CONSUMOS MENSUALES ABONADO # 85000

MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
KWH	2364	2141	2101	2316	2466	1957	2473	1656	2053	1915	2387	2508

PROM KWH = 2195 KWH

KWH PICO = 2508 KWH

DPROM = 5 KW

CONSUMOS MENSUALES ABONADO # 86500

MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
KWH	88	71	43	56	75	98	70	55	40	37	81	62

PROM KWH = 65 KWH

KWH PICO = 98 KWH

DIPROM = 1 KW

VDROP

Abonado # 86000

Acometida: 28 metros de conductor Al 4/0

$$P1 = 3000/3 = 1000$$

$$P2 = 120/\sqrt{3}$$

$$P3 = 28 * 0,445 * 0,9 / 1609 = 0,006969$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = 28 * 0.581 * 0.436 / 1609 = 0,00441$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,285 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,285 / (0,006969 + 0,00441)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 25 \text{ A}$$

$$\% \text{VDROP} = (0,285 / 120) * 100$$

$$\% \text{VDROP} = 0,2375 \%$$

Utilizando el método de la cte K

$$\% \text{CV} = (3 / 10 * (0.12)^2) * (0,006969 + 0,00441)$$

$$\% \text{CV} = 0,23706 \%$$

Abonado # 85500**Acometida: 16 metros de conductor Al 4/0**

$$P1 = 3000/3 = 1000$$

$$P2 = 120/\sqrt{3}$$

$$P3 = 16 * 0,445 * 0,9 / 1609 = 0,003983$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = 16 * 0.581 * 0.436 / 1609 = 0,002518$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,1625 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,1625 / (0,003983 + 0,002518)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 24.996 \text{ A}$$

$$\% \text{VDROP} = (0,1625 / 120) * 100$$

$$\% \text{VDROP} = 0,1354 \%$$

Utilizando el método de la cte K

$$\% \text{CV} = (3 / 10 * (0.12)^2) * (0,003983 + 0,002518)$$

$$\% \text{CV} = 0,1354 \%$$

Abonado # 85000**Acometida: 10 metros de conductor Al 4/0**

$$P1 = 5000/3 = 1666.667$$

$$P2 = 120/\sqrt{3}$$

$$P3 = 10 * 0,445 * 0,9 / 1609 = 0,002489$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = 10 * 0.581 * 0.436 / 1609 = 0,001574$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,1692 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,1692 / (0,002489 + 0,001574)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 41.64 \text{ A}$$

$$\% \text{ VDROP} = (0,1692 / 120) * 100$$

$$\% \text{ VDROP} = 0,141 \%$$

Utilizando el método de la cte K

$$\% \text{ CV} = (5 / 10 * (0.12)^2) * (0,002489 + 0,001574)$$

$$\% \text{ CV} = 0,141 \%$$

Abonado # 86500

Acometida: 24 metros de conductor Al 4/0

$$P1 = 1000/3 = 333.33$$

$$P2 = 120/\sqrt{3}$$

$$P3 = 24 * 0,445 * 0,9 / 1609 = 0,005974$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = 24 * 0.581 * 0.436 / 1609 = 0,003778$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,0813 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,0813 / (0,005974 + 0,003778)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 8.336 \text{ A}$$

$$\% \text{ VDROP} = (0,0813 / 120) * 100$$

$$\% \text{ VDROP} = 0,06775 \%$$

Utilizando el método de la cte K

$$\% \text{ CV} = (1 / 10 * (0.12)^2) * (0,005974 + 0,003778)$$

$$\% \text{ CV} = 0.06772 \%$$

TLM**DEMANDA PROMEDIO**

$$DP = 1343.25 / 720$$

$$DP = 1.865 \text{ KW}$$

DEMANDA PICO

$$D_{pico} = 2508 / 720$$

$$D_{pico} = 3.483 \text{ KW}$$

FACTOR DE COINCIDENCIA

$$F. \text{ Coinc.} = 0.5 * (1 + (5 / (2 * 4) + 3))$$

$$F. \text{ Coinc.} = 0.7273$$

FACTOR DE UTILIZACION

$$F.U. = (2508 / 75)$$

$$F.U. = 33.44$$

FACTOR DE CARGA

$$F.C. = 1343.25 / 2508$$

$$F.C. = 0.5355$$

FACTOR DE PERDIDA

$$F.P. = (1343.25 / 2508)^2$$

$$F.P. = 0.2868$$

AJUSTE DE LOS KVA

$$AJ. \text{ KVA} = (75) * (33.44 / 100)$$

$$AJ. \text{ KVA} = 25.08 \text{ KVA}$$

AJUSTE DE LOS KWH

$$\text{AJ. KWH} = 2508 * (33.44 / 100)$$

$$\text{AJ. KWH} = 838.6752 \text{ KWH}$$

ANEXO 3**CASO 3****Ejemplo diseñado****Datos: Transformador 1F. tipo convencional 50 KVA****CONSUMOS MENSUALES**

MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
KWH	1847	988	268	250	480	620	850	1400	1684	1998	1982	1996

$$\text{PROM KWH} = 1197$$

$$\text{KWH PICO} = 1998$$

$$\text{DPROM} = 3 \text{ KW}$$

$$\text{MOTOR DMD} = 2 \text{ KW}$$

$$\text{A/A LOAD} = 3 \text{ KW}$$

VOLTAGED DROP PARA CUSTOMER LOAD**Secundario: 30 m, conductor 4/0**

$$P1 = (3 * 1000) / 3 = 1000$$

$$P2 = 120 / \sqrt{3}$$

$$P3 = (30 * 0,445 * 0,9) / 1609 = 0,007467$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = (30 * 0.581 * 0.436) / 1609 = 0,004723$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,3047 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,3047 / (0,007467 + 0,004723)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 24,995 \text{ A}$$

$$\% \text{VDROP} = (0,3047 / 120) * 100$$

$$\% \text{VDROP} = 0,25 \%$$

Utilizando la fórmula de la cte K

$$\% CV = (3 / 10 * (0.12)^2) * (0,007467 + 0,004723)$$

$$\% CV = 0,25 \%$$

Acometida: 20 m, conductor 1/0

$$P1 = (3 * 1000) / 3 = 1000$$

$$P2 = (120 - 0.3) / \sqrt{3} = 69.108$$

$$P3 = (20 * 0,888 * 0,9) / 1609 = 0,009934$$

$$P4 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,9)) = 0.436$$

$$P5 = (20 * 0.656 * 0.436) / 1609 = 0,003555$$

$$\text{VDROP} = (P1/P2) * (P4 + P5) * \sqrt{3}$$

$$\text{VDROP} = 0,33807 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,33807 / (0,009934 + 0,003555)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 25,06 \text{ A}$$

$$\% \text{VDROP} = (0,33807 / 120) * 100$$

$$\% \text{VDROP} = 0,28 \%$$

Utilizando la fórmula de la cte K

$$V = 120 - 0,3047 = 119,6953$$

$$\% CV = (3 / 10 * (0.1196)^2) * (0,009934 + 0,003555)$$

$$\% CV = 0,28 \%$$

VOLTAGED DROP PARA MOTOR LOADS**Secundario: 30 m, conductor 4/0**

$$P6 = (2 * 1000 * 6) / 3 = 4000$$

$$P7 = P2 = 120 / \sqrt{3}$$

$$P8 = (30 * 0,445 * 0,35) / 1609 = 0,002903$$

$$P9 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,35)) = 0.936$$

$$P10 = (30 * 0.581 * 0.936) / 1609 = 0,01013$$

$$\text{VDROP} = (P6/P7) * (P8 + P10) * \sqrt{3}$$

$$\text{MOTOR VDROP} = 1,3033 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,3047 / (0,007467 + 0,004723)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 24,995 \text{ A}$$

$$\% \text{VDROP} = (1,3033 / 120) * 100$$

$$\% \text{VDROP} = 1,08 \%$$

Acometida: 20 m, conductor 1/0

$$P6 = (2 * 1000 * 6) / 3 = 4000$$

$$P7 = P2 = (120 - 1,3033) / \sqrt{3}$$

$$P8 = (20 * 0,888 * 0,35) / 1609 = 0,003863$$

$$P9 = \text{SEN}(\text{ARCOS}(0,35)) = 0.936$$

$$P10 = (20 * 0.656 * 0.936) / 1609 = 0,007632$$

$$\text{VDROP} = (P6/P7) * (P8 + P10) * \sqrt{3}$$

$$\text{MOTOR VDROP} = 1,16 \text{ V}$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 0,337225 / (0,009934 + 0,003555)$$

$$\text{CURRENT FLOW} = 25 \text{ A}$$

$$\% \text{ VDROP} = (1,16 / 120) * 100$$

$$\% \text{ VDROP} = 0,96 \%$$

VOLTAGED DROP PARA LAS DOS CARGAS

Secundario: 30 m, conductor 4/0

$$\text{DMD} = 3 + 2 = 5 \text{ KW}$$

$$\text{VDROP} = 0,3047 + 1,303 = 1,607 \text{ V}$$

$$\% \text{ VDROP} = (1,607 / 120) * 100 = 1,33 \%$$

Secundario: 20 m, conductor 1/0

$$\text{DMD} = 3 + 2 = 5 \text{ KW}$$

$$\text{VDROP} = 0,33807 + 1,16 = 1,498 \text{ V}$$

$$\% \text{ VDROP} = (1,498 / 120) * 100 = 1,24 \%$$

TLM

DEMANDA PROMEDIO

$$\text{DPROM} = 2196 / 720$$

$$\text{DPROM} = 3.05$$

DEMANDA PICO

$$\text{DPICO} = 2769 / 720$$

$$\text{DPICO} = 3.8458$$

FACTOR DE COINCIDENCIA

$$F. \text{ Coinc.} = 0.5 * (1 + (5 / (2 * 1) + 3))$$

$$F. \text{ Coinc.} = 1$$

FACTOR DE UTILIZACION

$$F.U. = (2769 / 50)$$

$$F.U. = 55.38$$

FACTOR DE CARGA

$$F.C. = 2196 / 2769$$

$$F.C. = 0.793$$

FACTOR DE PERDIDAS

$$F.P. = (2196 / 2769)^2$$

$$F.P. = 0.6289$$

AJUSTE DE LOS KVA

$$AJ. \text{ KVA} = (50) * (55.38 / 100)$$

$$AJ. \text{ KVA} = 27.69$$

AJUSTE DE LOS KWH

$$AJ. \text{ KWH} = 2769 * (55.38 / 100)$$

$$AJ. \text{ KWH} = 1533.4722$$

ANEXO 4

CASO 4, 5 Y 6

Voltage Drops for Transformer Bank Due to Customer Loads
 KVA Size: 75.0 Primary Voltage: 7620
 Percent IR: 0.0% Percent IX: 0.0% Secondary Voltage: 120/240

Line	Color	Wire Type	Length	Dmd (KW)	Voltage Drop (%)	Total V. Drop (%)	Current Flow (Amps)
1	WHITE	4/0	30	3	0.31	0.31	25.0
2	RED	1/0	20	3	0.34	0.64	25.1

CASO 4, 5 Y 6

Voltage Drops for Transformer Bank Due to Customer Loads
 KVA Size: 75.0 Primary Voltage: 7620
 Percent IR: 0.0% Percent IX: 0.0% Secondary Voltage: 120/208

Line	Color	Wire Type	Length	Dmd (KW)	Voltage Drop (%)	Total V. Drop (%)	Current Flow (Amps)
1	WHITE	4/0	30	3	0.31	0.31	25.0
2	RED	1/0	20	3	0.34	0.64	25.1

METODO UTILIZADO PARA IMPRIMIR

A continuación se enumeran los pasos necesarios para poder imprimir en CABLECAD utilizando la impresora HP 660C.

- 1.- Entrar en CABLECAD.
- 2.- Seleccionar el archivo que se desea imprimir
- 3.- Seguir la ruta TOOLS/BASEPLAN/UTILITIES/PLOT
- 4.- Luego el programa pide un nombre para crear un archivo de comando (nombre.pcf) y después pide un nombre para el archivo que se va a imprimir (nombre.plt) . Este nombre puede tener máximo 8 caracteres.
- 5.- Luego el programa pide elegir el método de ploteo, para el cual presenta dos alternativas:
 - a) Cursor: cuando se quiere imprimir una zona específica; se la selecciona mediante una ventana picando con el botón 1 del cursor, desde el vértice inferior izquierdo hasta el superior derecho .
 - b) Plans: para lo cual tiene que previamente existir un polígono grabado de la zona que se desea imprimir . Esto se lo realiza mediante el comando FENCE/SAVE.
- 6.- Automáticamente el programa pide la escala requerida para el dibujo, la cual es muy importante ya que si ésta es incorrecta el programa selecciona mal el área de impresión. Además pide otras especificaciones, que pueden ser elegidas por default (ENTER), como son el nombre del polígono, opción para impresión en mirror, etc.
- 7.- Luego se tiene que salir de CABLECAD, con la tecla ESC y se ingresa a CADPLOT, en donde para crear el archivo de ploteo se digita el nombre del

archivo de comando (nombre.pcf). En este archivo se encuentran muchos datos importantes para la impresión del dibujo, como son la escala, grados de rotación , capas del dibujo que no se quieren imprimir y otras más.

- 8.- Sequido se ingresa al PLOT donde para imprimir en una impresora HP se tiene que digitar (nombre.plt f); con esto se crea un archivo nombre.hpg
- 9.- Antes de imprimir se puede chequear como va a quedar el dibujo; se tine que ir al OS/2 FULL SCREEN y digitar screen nombre (sin extensión alguna)
- 10.- Por último para imprimir, ya estando en OS/2 FULL SCREEN se digita el comando de impresión: D:\ENGENMAP\printgl nombre.hpg/fl

Para la impresión del gráfico # 1 se tiene que utilizar la opción rotación a 90 grados, para esto se aplicó un artificio: cambiar en el archivo PCF ya creado el valor del ángulo de rotación y grabarlo (luego repetir los pasos desde el ítem 7). El área de impresión fue escojida con la opción CURSOR (paso 5), se la seleccionó desplazada justamente 90 grados en el sentido antihorario.

USANDO EL PLOTTER:

Los pasos para plotear son idénticos a los de la impresora excepto que al ingresar la escala, el programa presenta las dimensiones horizontal y vertical del área de impresión, si éstas son la adecuadas de acuerdo a las dimensiones del papel, se las acepta y luego se ingresan las coordenadas negativas de X y Y en centímetros que correspondan a la mitad de los valores del área de impresión . A continuación salimos de CABLECAD e ingresamos a OS/2 FULL SCREEN para ejecutar las siguientes sentencias:

D:\ENGENMAP\MODE COM1 : 19200,N,8,1

D:\ENGENMAP\CADPLOT nombre.pcf

D:\ENGENMAP\PLOT nombre.plt f

D:\ENGENMAP\COPY nombre.hpg

Donde:

19200 es la velocidad en baudios

N sin paridad (none)

8 indica el tipo de transmisión (8 bits)

1 bit de paro

Con este procedimiento lo que se hace es simular la configuración de un plotter HEWLETT PACKARD.

DESCRIPCION DEL REPGEN

Cablecad presenta una opción, la cual permite al usuario generar un reporte, el mismo que puede presentar una gran cantidad de información no gráfica, extraída desde la base de datos de Cablecad. Esta utilitario se lo conoce con el nombre de REPGEN.

El Reppen además permite almacenar, arreglar e imprimir datos, como también nos facilita el trabajo si necesitamos realizar operaciones matemáticas y aplicar otros programas que no tiene CABLECAD y que utilizan la información que se genera en los reportes, ésto lo puede realizar por medio de interfases

APLICACIONES DEL REPGEN

Cuando se quiere aplicar el REPGEN a nuestro archivo de trabajo, se debe seguir ciertos pasos para así lograr obtener un buen reporte. Se puede proceder de la siguiente manera:

- En el sistema operativo OS/2, se selecciona el icono OS/2 FULL SCREEN, y se escribe la palabra Reppen. Al presionar ENTER aparecerá en la pantalla un panel con el mensaje SELECT TITLE PANEL TO CONTINUE y señalando con el mouse cualquier punto del panel aparecerán las siguientes opciones:

a) **ENTER DRAWING NAME.**- Aquí se escribe el nombre del archivo no gráfico, que contiene la información que se quiere presentar en el reporte. El nombre del archivo debe ir acompañado de la extensión .GRF. (LUEMELG9.GRF)

- b) **LIST DRAWING FILES *. NGF** .- Esta alternativa nos muestra una ventana en donde aparecerán todos los archivos que tengan la extensión *.NGF de los cuales se selecciona el archivo de trabajo utilizado. (LUEMELG9.NGF)
- c) **LIST DRAWING FILES *. DBN** .- Al seleccionar esta opción aparecerán en pantalla todos los archivos que tengan la extensión *. DBN.
- d) **ENTER FILENAME OF LIST**.- La opción en mención nos pedirá el nombre del archivo que contiene los datos no gráficos apropiados.
- e) **END INTERACTIVO LIST**.- Con esta opción se finaliza la selección de los datos fuente.

Para nuestro caso de aplicación, se trabaja con las opciones a), b) y e), de la siguiente manera:

Se escogió la opción a) y se ingreso el nombre del archivo de trabajo acompañado de su respectiva extensión, luego se selecciona la alternativa b) y se escoge el nombre del archivo de trabajo con extensión *.NGF. Finalmente se escogió la opción e) apareciendo un nuevo menú:

1. LIST SELECT COMMAND FILES
2. ENTER SELECT FILENAME
3. CREATE SELECT FILE
4. CREATE SELECT FILE PROM MENUS

DESCRIPCION DEL SELECT.

En el SELECT se escogen los campos y registros que se desean presentar en el reporte, por ejemplo del registro transformador de distribución presentar en el reporte los siguientes campos: su capacidad, la fase a la que está conectado, el fabricante, etc.

El menú mostrado permite varias opciones para la elaboración del SELECT. Se puede trabajar con un SELECT ya terminado y modificarlo, crear uno nuevo escribiéndolo paso a paso o hacerlo de una forma interactiva con el programa, es decir, la máquina va presentando al usuario los campos y registros para su selección.

Si se selecciona la opción uno Repgen mostrara todos los archivos con extensión *.RGC, de los cuales se debe escoger el archivo de trabajo. Para este caso como se va a crear un reporte, la alternativa número tres es la adecuada y se necesita un nombre: EMELGUR.RGC.

Para salir del editor del SELECT digitamos ALT + W. Si el programa no encuentra ningún error en la estructura del SELECT, procede con el siguiente paso, que es la elaboración del TEMPLATE.

Una vez que ya se tiene la declaración SELECT, aparecerá en pantalla las siguientes opciones para la elaboración del TEMPLATE, el cual sirve principalmente para arreglar como se va a presentar los datos en el reporte.

El menú consta de las siguientes opciones:

a) LIST TEMPLATE FILES (*. TPL) .- Esta opción muestra todos los archivos TEMPLATE . TPL, de los cuales se puede escoger uno de ellos para revisarlo o modificarlo.

b) CREATE TEMPLATE FILES . - Al seleccionar esta alternativa, se puede crear un TEMPLATE . Se debe tipear el nombre del archivo con la extensión TPL.

c) EDIT TEMPLATE FILES .- Con esta opción, se puede editar un TEMPLATE, para lo cual se ingresa el nombre y extensión del archivo.

DESCRIPCION DEL TEMPLATE.

El Template es un archivo que consta de 2 partes: una que es la sección titular y la otra que es la sección de registros.

- La sección titular comienza con la palabra TITLE seguida por 2 comillas, y entre éstas se puede escribir el texto que se desea, por ejemplo el nombre del sector o del alimentador del cual se está generando el reporte.
- La sección de registros va después de la sección titular y se la abre con un corchete angular izquierdo (<) y se cierra con uno derecho (>). Entre ellos se escribe el nombre de los registros y de los campos tal como aparecen en los archivos *.FMT.

Luego se tipea entre comillas el encabezamiento de la primera columna de reporte. A continuación de la comilla de cierre se debe especificar qué tipo de dato se está extrayendo. Para esto se debe conocer lo siguiente:

- TIPO DE DATO:

- A ⇒ ASCI
- I ⇒ ENTERO
- R ⇒ REAL

- JUSTIFICACION:

- L ⇒ IZQUIERDA
- R ⇒ DERECHA

- ANCHO DE COLUMNA ⇒ NUMERO DE CARACTERES

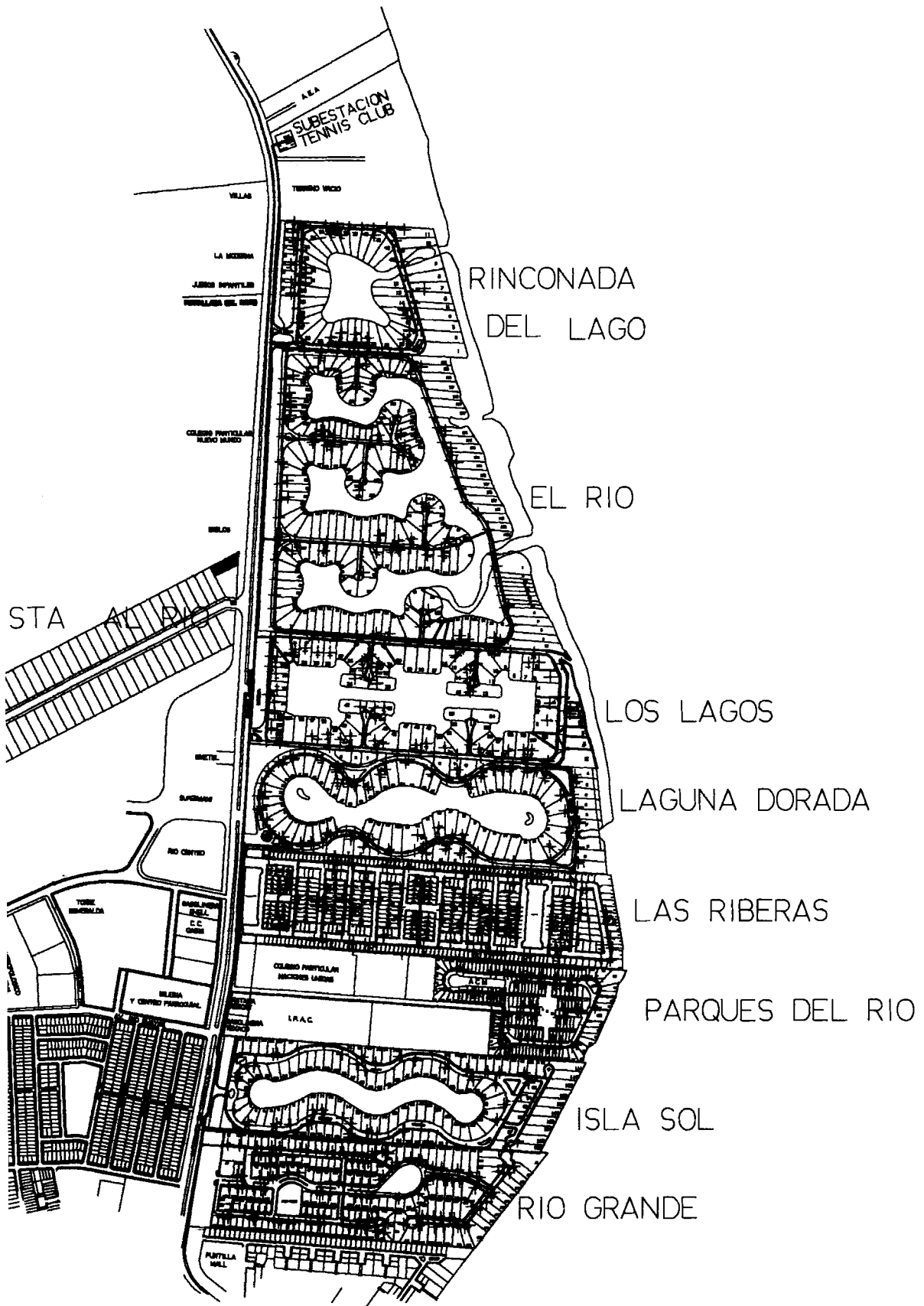
- ANCHO DE DECIMALES ⇒ NUMERO DE DECIMALES

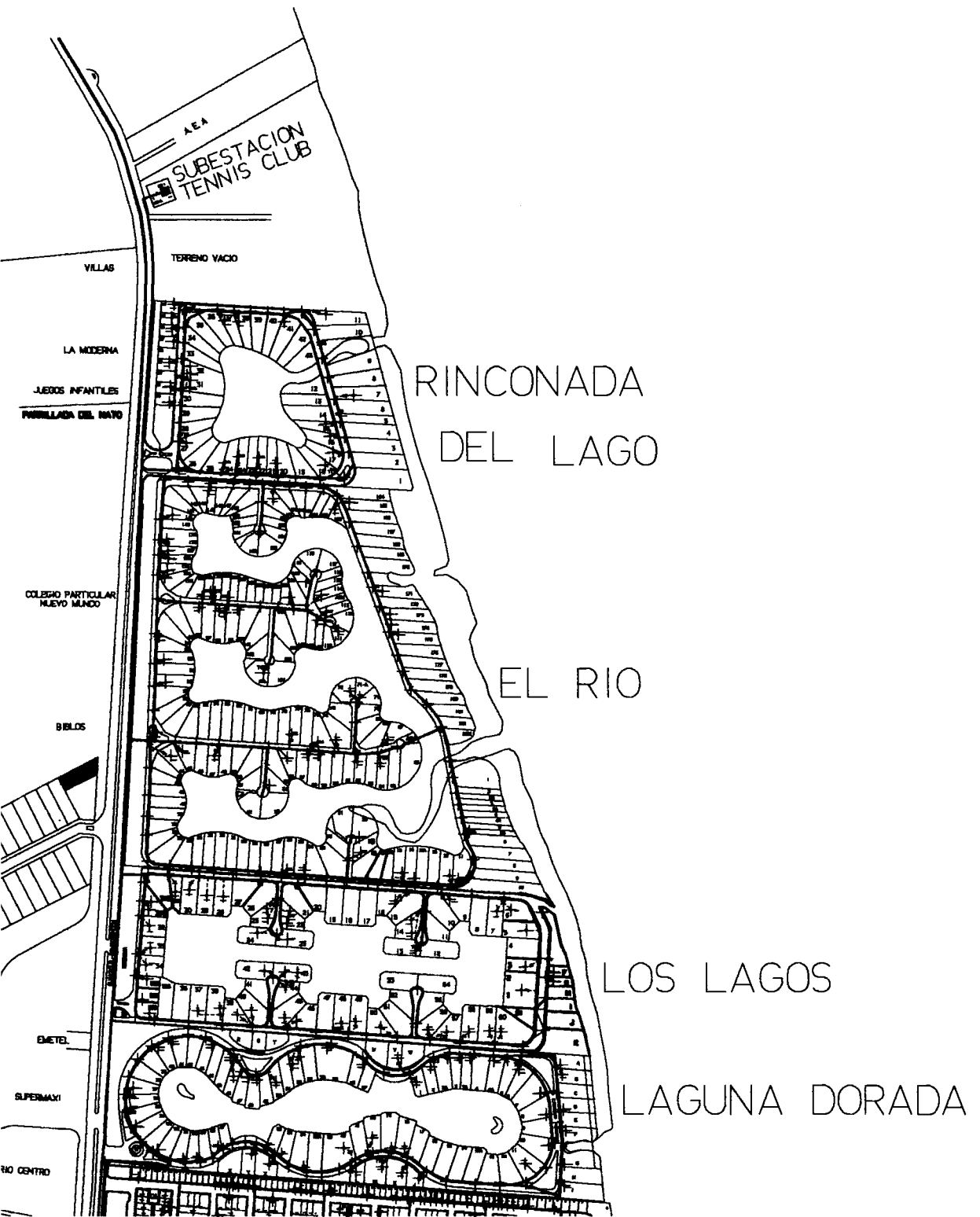
Hay que tener muy en cuenta que el número especificado debe ser mayor o igual al número de caracteres del encabezamiento de la columna incluidos los espacios y menor que el ancho de la línea de la página del reporte. De igual manera se procede para extraer los datos de las demás columnas que se quieren presentar en el reporte.

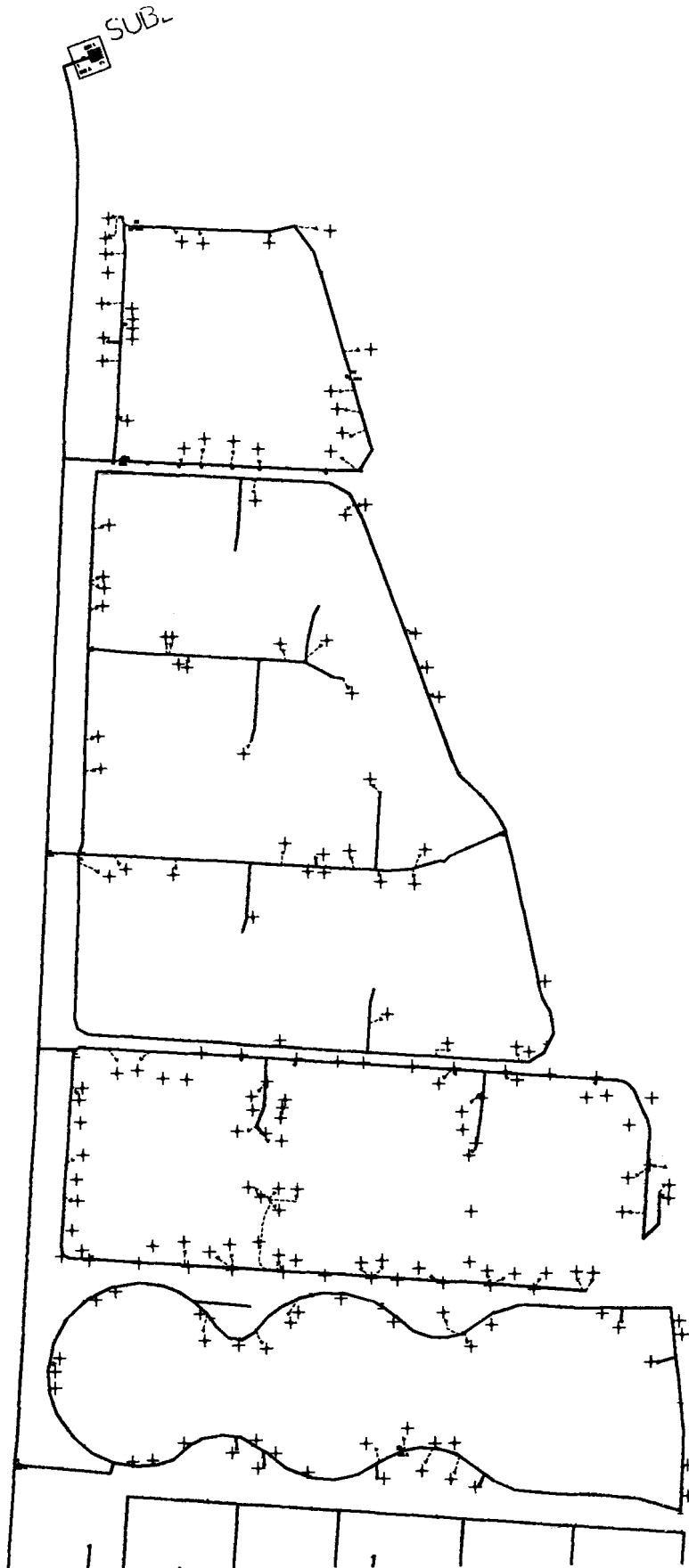
Al terminar de editar el TEMPLATE se digita ALT +W, y de igual manera el programa revisa la estructura del TEMPLATE, que tiene que coincidir con el SELECT, si no encuentra ningún error procede con el siguiente paso, que es pedir un nombre para el reporte que se va a generar, (PRUEBA.RPT), luego se efectúa la corrida del programa, para lo cual pregunta si la muestra o no en la pantalla.

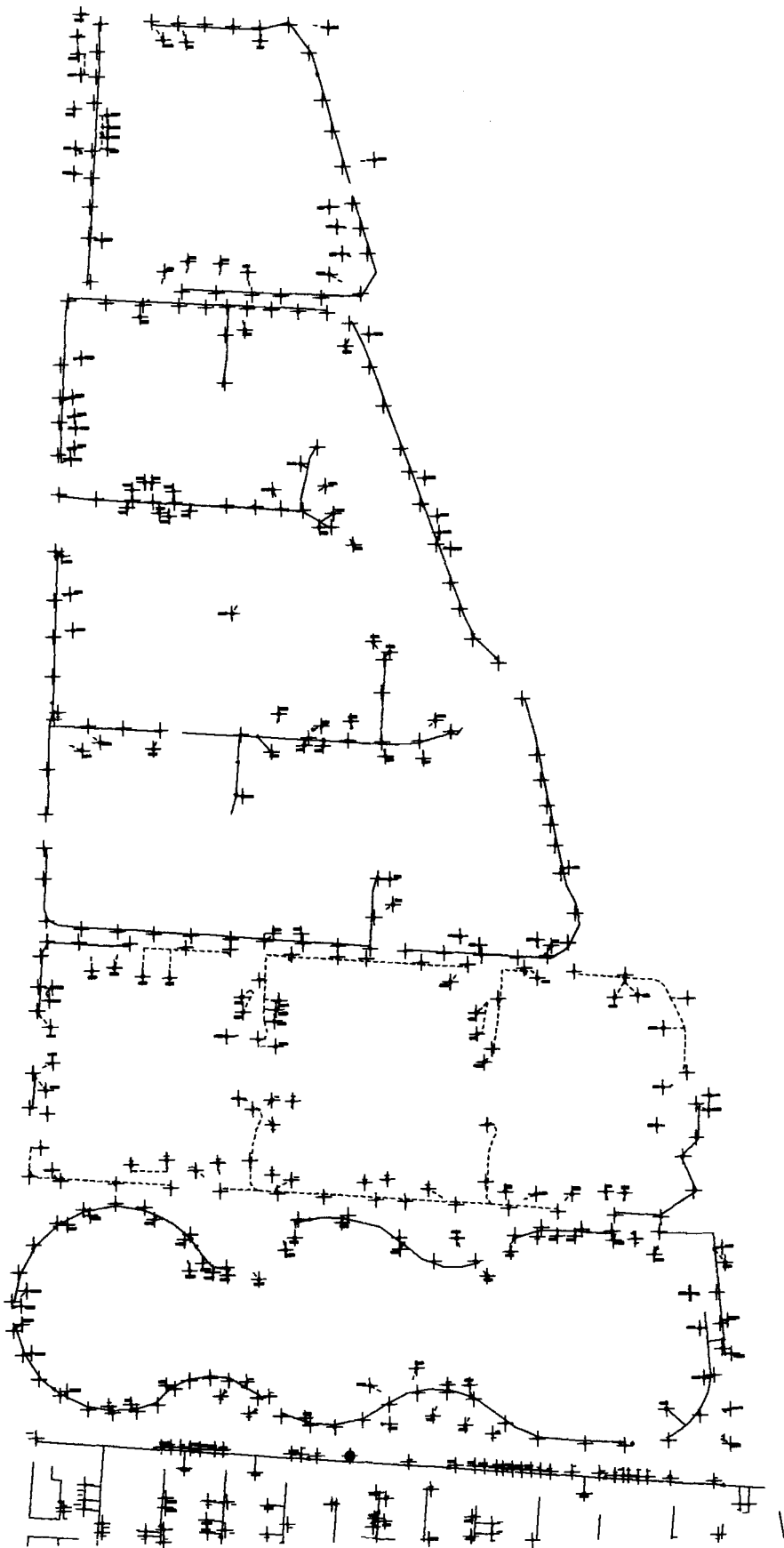
El REPGEN al final nos presenta el siguiente bloque:

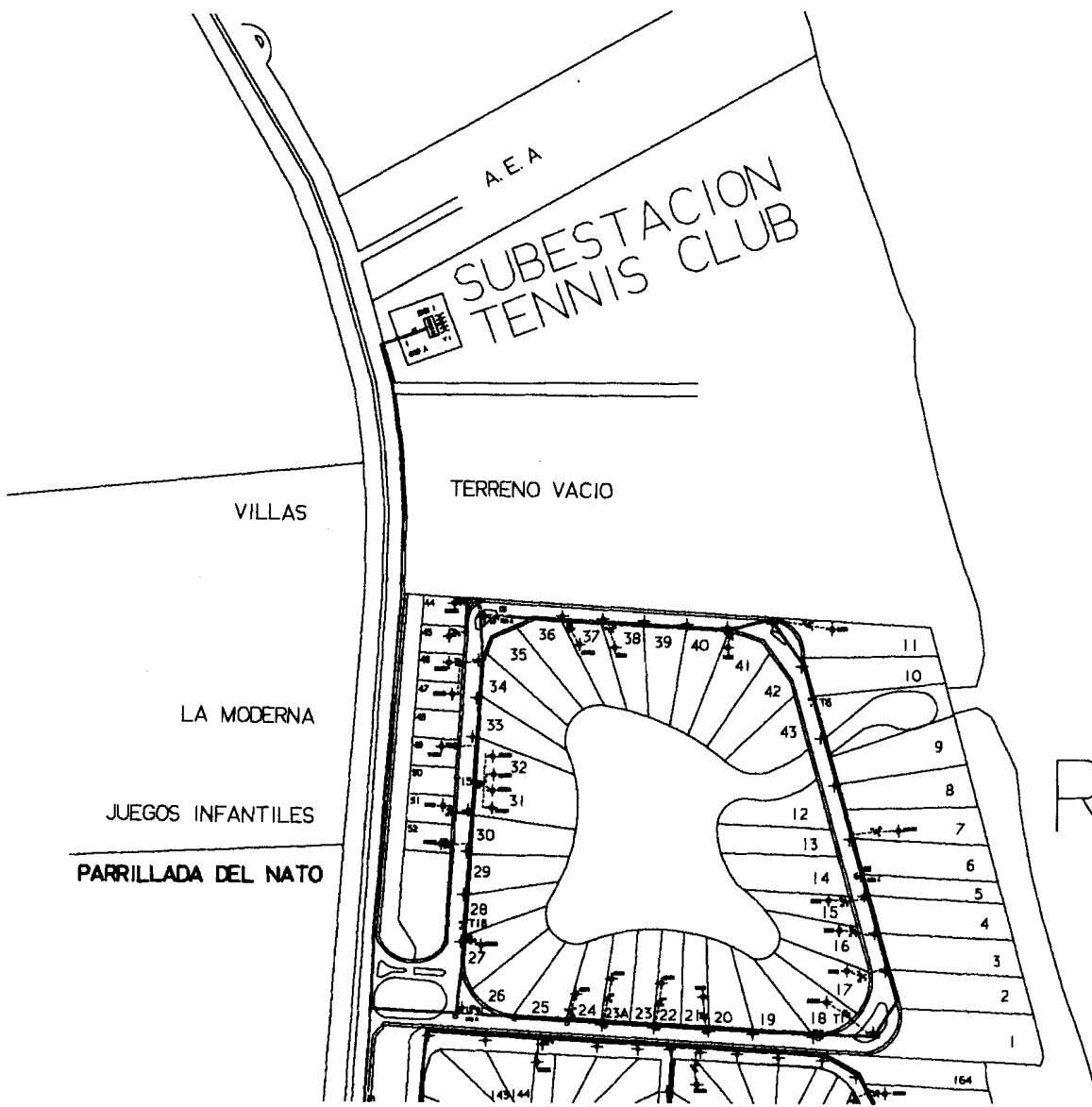
- VIEW THE REPORT . - que sirve para poder ver el reporte y chequear como va a quedar; en esta revisión se puede observar si el ancho de columnas es adecuado.
- PRINT THE REPORT . - el cual permite imprimir el reporte.
- EXIT .- para salir del REPGEN.



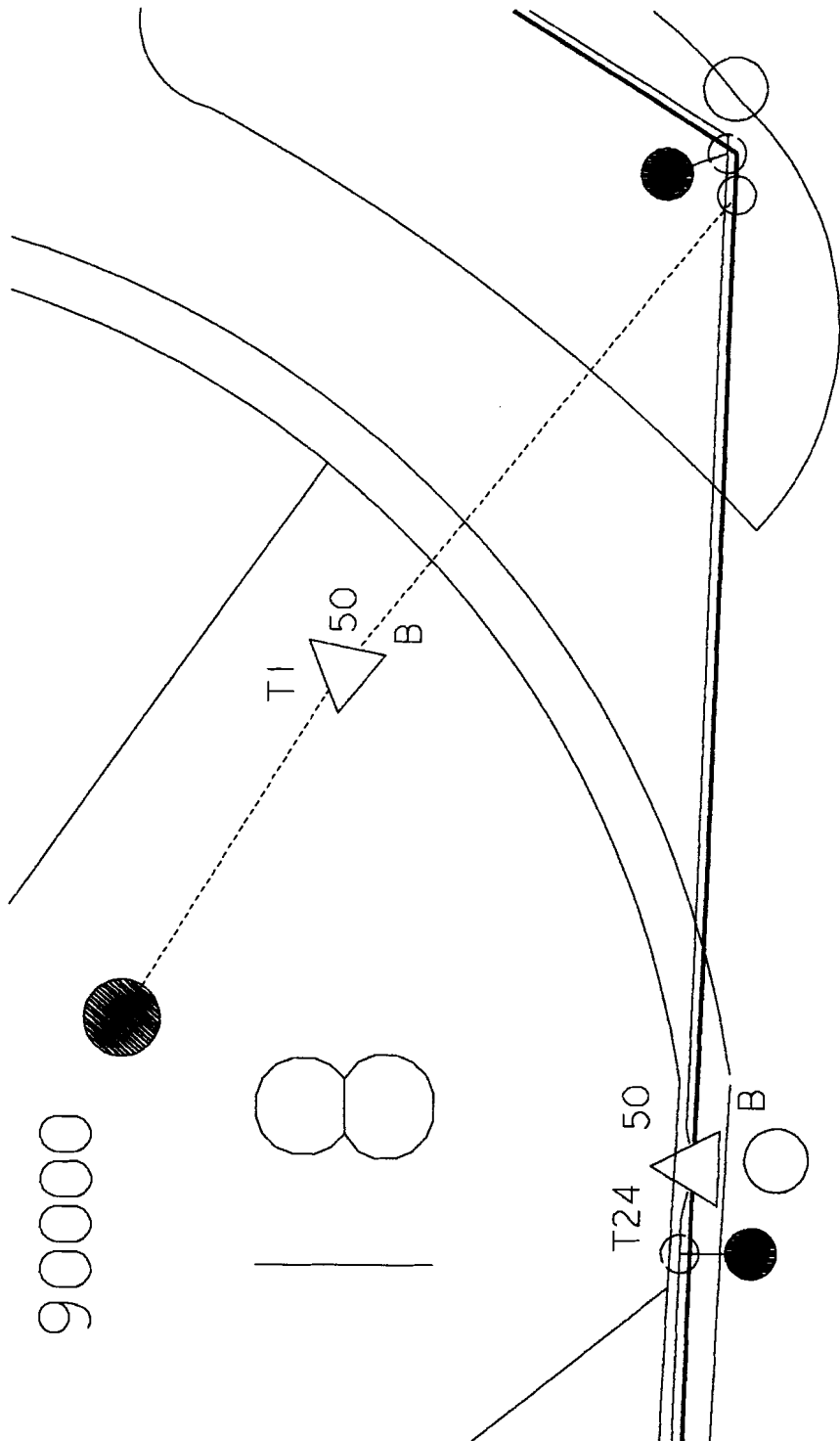


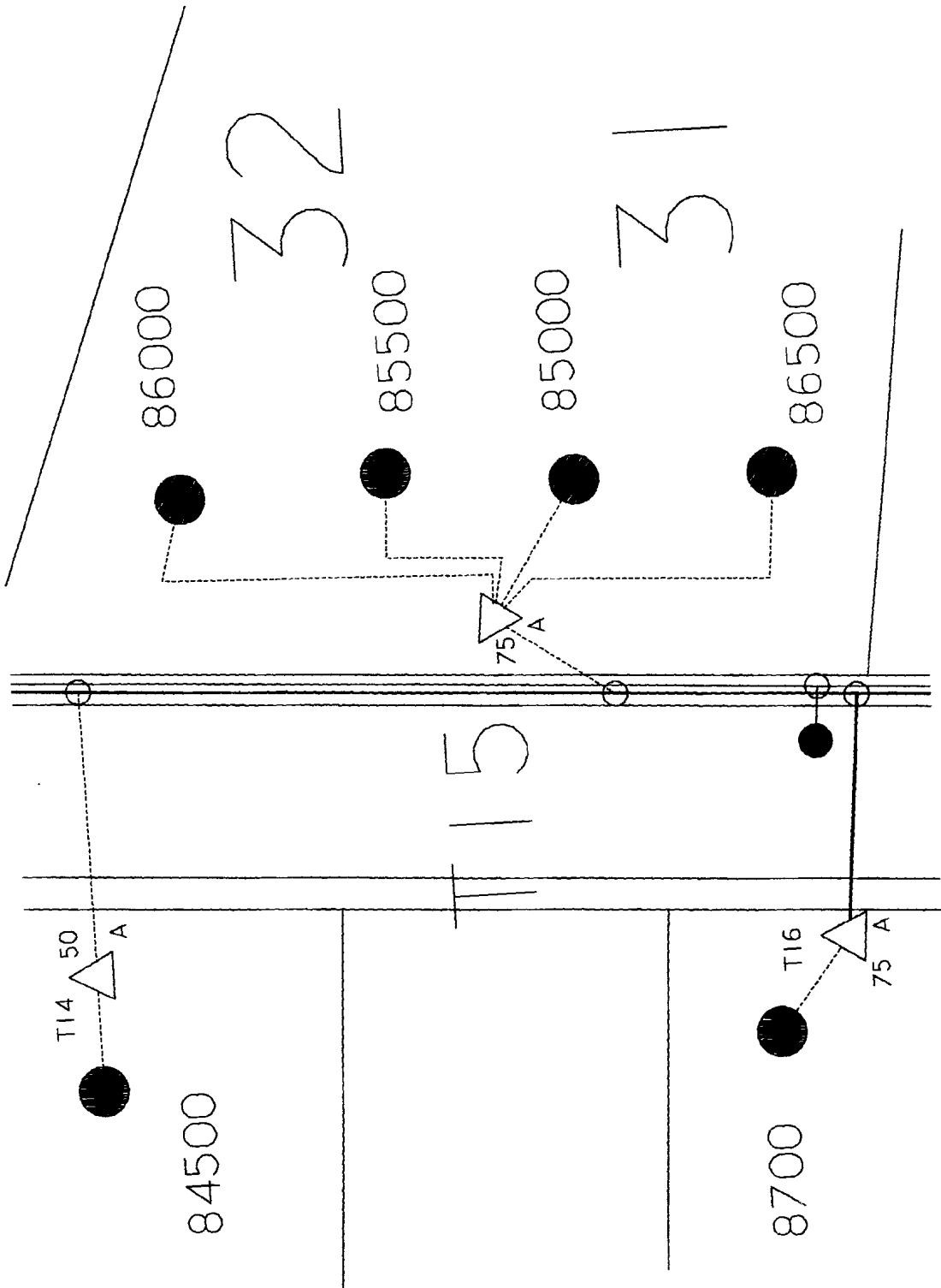


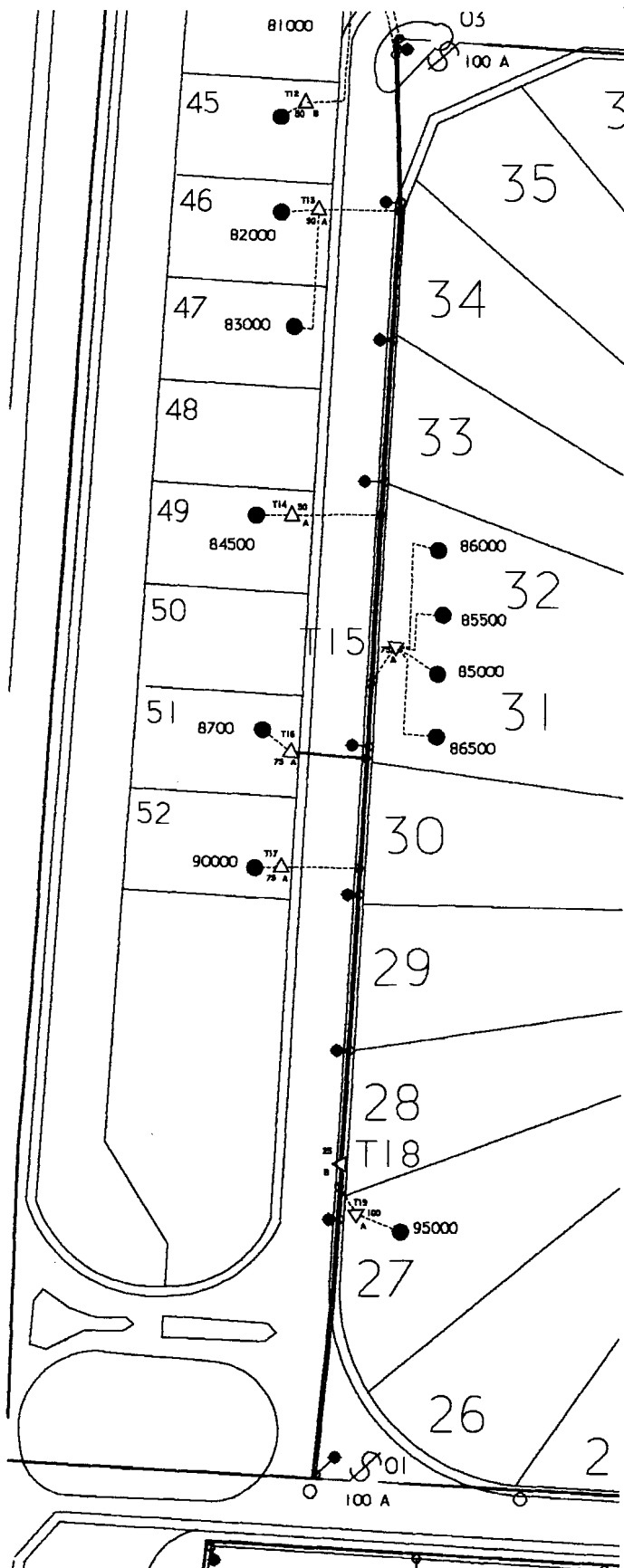




RINCONADA
DEL LAGO







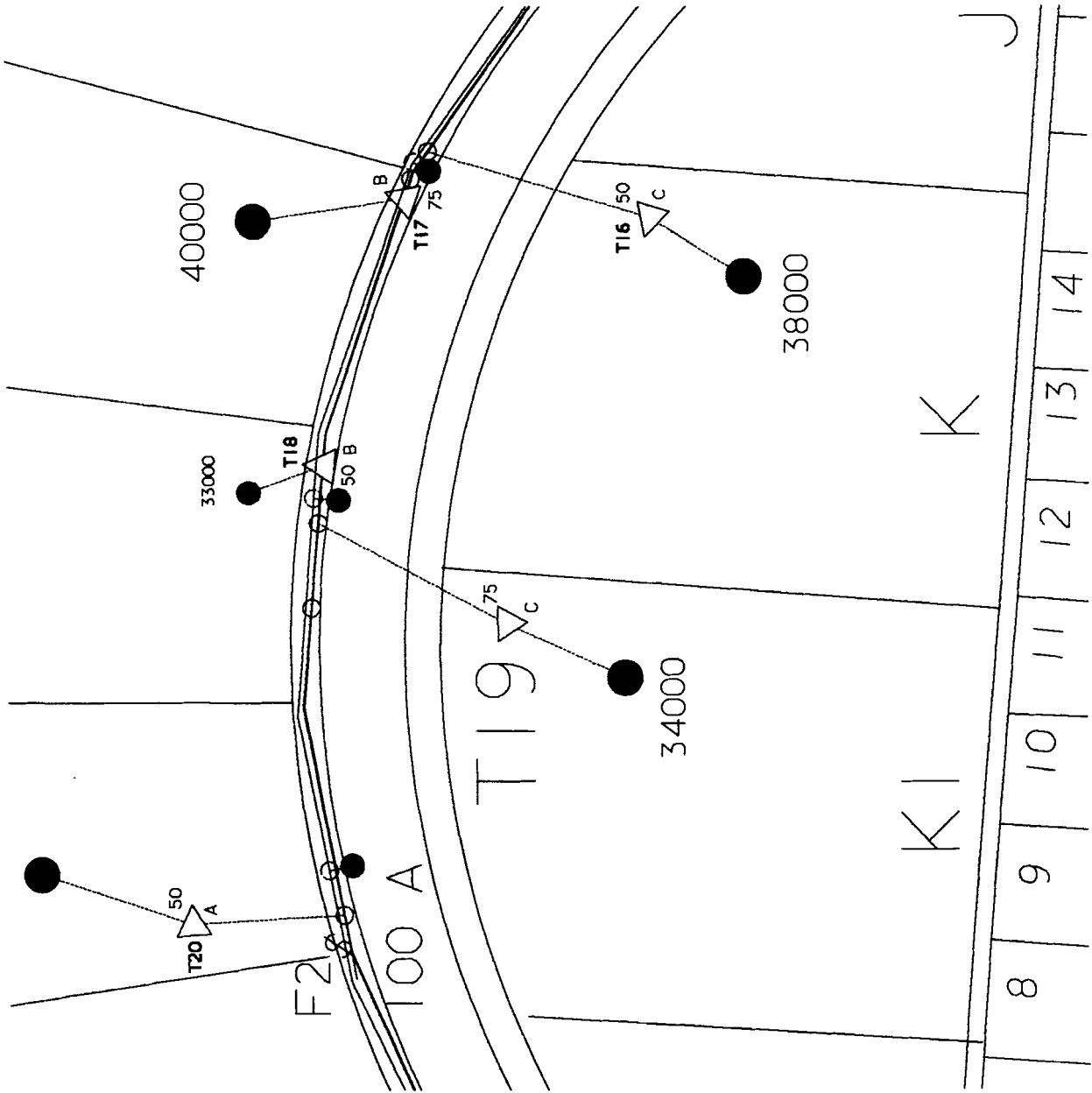


TABLA # 1
TABLA DE CARACTERISTICAS PARA CONDUCTORES ACSR

CIRC MILS OR ALWG. ALUM.	ALUMINIO			STEEL		OUTSIDE DIAMETER INCHES	ULTIMATE STRENGTH POUNDS	WEIGHT LBS. PER MILE	GEOMETRIC MEAN RADIUS AT 60 CYCLES FEET	APROX CURRENT CARRYING CAPACITY AMPS	RESISTANCE OHMS PER CONDUCTOR PER MILE												INDUCTIVE REACTANCE OHMS /CONDUCTOR/MILE		
	STRANDS	LAYERS	STRAND DIAMETER INCHES	STRANDS	STRAND DIAMETER INCHES						25 DEGREES C. (77 DEGREES F.) SMALL CURRENTS						50 DEGRESS C. (122 DEGREES F.) CURRENT APPROX. 75 % CAPACITY*						AT 1 FT. SPACING ALL CURRENTS		
											D-C	25 CYCLES	50 CYCLES	60 CYCLES	D-C	25 CYCLES	50 CYCLES	60 CYCLES	25 CYCLES	50 CYCLES	60 CYCLES				
795	54	3	0.1214	7	0.1214	1.093	28 500	5.39	0.0368	900	0.117	0.118	0.118	0.119	0.1288	0.1308	0.1358	0.1378	0.167	0.334	0.401				
795	26	2	0.1749	7	0.136	1.108	31 200	5.77	0.0375	900	0.117	0.117	0.117	0.117	0.1288	0.1288	0.1288	0.1288	0.166	0.332	0.399				
795	30	2	0.1628	19	0.0977	1.14	38 400	6.51	0.0393	910	0.117	0.117	0.117	0.117	0.1288	0.1288	0.1288	0.1288	0.1637	0.327	0.393				
715.5	54	3	0.1151	7	0.1151	1.036	26 300	4.85	0.0349	830	0.131	0.131	0.131	0.132	0.1442	0.1452	0.1472	0.1482	0.1697	0.339	0.407				
715.5	26	2	0.1859	7	0.129	1.051	28 100	5.19	0.0355	840	0.131	0.131	0.131	0.131	0.1442	0.1442	0.1442	0.1442	0.1687	0.337	0.405				
715.5	30	2	0.1544	19	0.0926	1.081	34 600	5.86	0.0372	840	0.131	0.131	0.131	0.131	0.1442	0.1442	0.1442	0.1442	0.1684	0.333	0.399				
666.6	54	3	0.1111	7	0.1111	1	24 500	4.52	0.0337	800	0.14	0.14	0.141	0.141	0.1541	0.1571	0.1591	0.1601	0.1715	0.343	0.412				
636	54	3	0.1085	7	0.1085	0.977	23 600	4.31	0.0329	770	0.147	0.147	0.148	0.148	0.1618	0.1638	0.1678	0.1688	0.1726	0.345	0.414				
636	26	2	0.1564	7	0.1216	0.99	25 000	4.61	0.0335	780	0.147	0.147	0.147	0.147	0.1618	0.1618	0.1618	0.1618	0.1718	0.344	0.412				
636	30	2	0.1456	19	0.0874	1.019	31 500	5.21	0.0351	780	0.147	0.147	0.147	0.147	0.1618	0.1618	0.1618	0.1618	0.1693	0.339	0.406				
605	54	3	0.1059	7	0.1059	0.953	22 500	4.10	0.0321	750	0.154	0.155	0.155	0.155	0.1695	0.1715	0.1755	0.1775	0.1739	0.348	0.417				
605	26	2	0.1525	7	0.1186	0.966	24 100	4.39	0.0327	760	0.154	0.154	0.154	0.154	0.17	0.172	0.172	0.172	0.173	0.346	0.415				
566.5	26	2	0.1463	7	0.1138	0.927	22 400	4.03	0.0313	730	0.168	0.168	0.168	0.168	0.1849	0.1859	0.1859	0.1859	0.1751	0.35	0.42				
566.5	30	2	0.1362	7	0.1362	0.953	27 200	4.58	0.0328	730	0.168	0.168	0.168	0.168	0.1849	0.1859	0.1859	0.1859	0.1728	0.346	0.415				
500	30	2	0.1291	7	0.1291	0.904	24 400	4.12	0.0311	690	0.187	0.187	0.187	0.187	0.206	0.206	0.206	0.206	0.1754	0.351	0.421				
477	26	2	0.1355	7	0.1054	0.858	19 430	3.46	0.029	670	0.196	0.196	0.196	0.196	0.216	0.216	0.216	0.216	0.179	0.358	0.43				
477	30	2	0.1261	7	0.1261	0.883	23 300	3.93	0.0304	670	0.196	0.196	0.196	0.196	0.216	0.216	0.216	0.216	0.1766	0.353	0.424				
397	26	2	0.1236	7	0.0961	0.783	16 190	2.88	0.0265	590	0.235	0.235	0.235	0.235	0.259	0.259	0.259	0.259	0.1836	0.367	0.441				
397	30	2	0.1151	7	0.1151	0.8063	19 980	3.27	0.0278	600	0.235	0.235	0.235	0.235	0.259	0.259	0.259	0.259	0.1812	0.362	0.435				
336.4	26	2	0.1138	7	0.0885	0.721	14 050	2.44	0.0244	530	0.278	0.278	0.278	0.278	0.306	0.306	0.306	0.306	0.1872	0.376	0.451				
336.4	30	2	0.1059	7	0.1059	0.741	17 040	2.77	0.0255	530	0.278	0.278	0.278	0.278	0.306	0.306	0.306	0.306	0.1855	0.371	0.445				
300	26	2	0.1074	7	0.0835	0.68	12 650	2.17	0.023	490	0.311	0.311	0.311	0.311	0.342	0.342	0.342	0.342	0.1908	0.382	0.458				
300	30	2	0.1	7	0.1	0.7	15 430	2.47	0.0241	500	0.311	0.311	0.311	0.311	0.342	0.342	0.342	0.342	0.1883	0.377	0.452				
266.8	26	2	0.1013	7	0.0788	0.642	11 250	1.93	0.0217	460	0.35	0.35	0.35	0.35	0.385	0.385	0.385	0.385	0.1936	0.387	0.465				
266.8	6	1	0.2109	7	0.0703	0.633	9 645	1.80	0.0068	460	0.351	0.351	0.351	0.352	0.386	0.43	0.51	0.552	0.252	0.504	0.605				
40	6	1	0.1878	1	0.1878	0.563	8 420	1.54	0.0081	340	0.441	0.442	0.444	0.445	0.485	0.514	0.567	0.592	0.242	0.484	0.581				
30	6	1	0.1672	1	0.1672	0.502	6 675	1.22	0.006	300	0.556	0.557	0.559	0.56	0.612	0.642	0.697	0.723	0.259	0.517	0.621				
20	6	1	0.149	1	0.149	0.447	5 345	0.97	0.0051	270	0.702	0.702	0.704	0.706	0.773	0.806	0.866	0.895	0.267	0.534	0.641				
10	6	1	0.1327	1	0.1327	0.398	4 280	0.76	0.0044	230	0.885	0.885	0.887	0.888	0.974	1.01	1.08	1.12	0.273	0.547	0.656				
1	6	1	0.1182	1	0.1182	0.355	3 480	0.61	0.0041	200	1.12	1.12	1.12	1.12	1.23	1.27	1.34	1.38	0.277	0.554	0.665				
2	6	1	0.1052	1	0.1052	0.316	2 790	0.48	0.0041	180	1.41	1.41	1.41	1.41	1.55	1.59	1.66	1.69	0.277	0.554	0.665				
2	7	1	0.0974	1	0.1299	0.325	3 525	0.56	0.005	180	1.41	1.41	1.41	1.41	1.55	1.59	1.62	1.65	0.267	0.535	0.642				
3	6	1	0.0937	1	0.0937	0.281	2 250	0.38	0.0043	160	1.78	1.78	1.78	1.78	1.95	1.98	2.04	2.07	0.275	0.551	0.661				
4	6	1	0.0834	1	0.0834	0.25	1 830	0.30	0.0043	140	2.24	2.24	2.24	2.24	2.47	2.5	2.54	2.57	0.274	0.549	0.659				
4	7	1	0.0772	1	0.1029	0.257	2 288	0.35	0.0045	140	2.24	2.24	2.24	2.24	2.47	2.5	2.53	2.55	0.273	0.545	0.655				
5	6	1	0.0743	1	0.0743	0.223	1 460	0.24	0.0041	120	2.82	2.82	2.82	2.82	3.1	3.12	3.16	3.18	0.279	0.557	0.665				
6	6	1	0.0661	1	0.0661	0.198	1 170	0.19	0.0039	100	3.56	3.56	3.56	3.56	3.92	3.94	3.97	3.98	0.281	0.561	0.673				

* FOR CONDUCTOR AT 75 DEGREES C., AIR AT 25 DEGREES C., WIND 1.4 MILES PER HOUR (2 FT / SE C). FREQUENCY= 60 CYCLES

TABLA # 2
CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES DE COBRE

SIZE OF COND A.W.G OR B.&S	NUMBER OF STRANDS	DIAMETER OF INDIVIDUAL STRANDS INCHES	OUTSIDE DIAMETER INCHES	BREAKING STRENGTH POUNDS	WEIGHT POUNDS PER MILE	APPROX CURRENT CARRYING CAPACITY* AMPS	GEOMETRIC MEAN RADIUS AT 60 CYCLES FEET	RESISTANCE OHMS PER CONDUCTOR PER MILE								INDUCTIVE REACTANCE OHMS PER CONDUCTOR		
								25 DEGREES C. (77 DEGREES F.)				50 DEGREES C. (12 DEGREES F.)				PER MILE AT 1 FOOT SPACING		
								d-c	25 CYCLES	50 CYCLES	60 CYCLES	d-c	25 CYCLES	50 CYCLES	60 CYCLES	25 CYCLES	50 CYCLES	60 CYCLES
								4/0	19	0.1055	0.528	9 617	3 450	480	0.0166	0.276	0.277	0.277
4/0	12	0.1328	0.552	9 483	3 450	490	0.0175	0.276	0.277	0.277	0.278	0.302	0.303	0.303	0.303	0.205	0.409	0.491
4/0	7	0.1739	0.522	9 154	3 450	480	0.0157	0.276	0.277	0.277	0.278	0.302	0.303	0.303	0.303	0.21	0.42	0.503
3/0	12	0.1183	0.492	7 556	2 736	420	0.0155	0.349	0.349	0.349	0.35	0.381	0.381	0.382	0.382	0.21	0.421	0.505
3/0	7	0.1548	0.464	7 366	2 736	420	0.014	0.349	0.349	0.349	0.35	0.381	0.381	0.382	0.382	0.216	0.431	0.518
2/0	7	0.1379	0.414	5 926	2 170	360	0.0125	0.44	0.44	0.44	0.44	0.481	0.481	0.481	0.481	0.222	0.443	0.532
1/0	7	0.1228	0.368	4 752	1 720	310	0.0111	0.555	0.555	0.555	0.555	0.606	0.607	0.607	0.607	0.227	0.455	0.546
1	7	0.1093	0.328	3 804	1 364	270	0.0099	0.699	0.699	0.699	0.699	0.765	0.765	0.765	0.765	0.233	0.467	0.56
1	3	0.167	0.36	3 620	1 351	270	0.0101	0.692	0.692	0.692	0.692	0.757	0.757	0.757	0.757	0.232	0.464	0.557
2	7	0.0974	0.292	3 045	1 082	230	0.0088	0.881	0.882	0.882	0.882	0.964	0.964	0.964	0.964	0.239	0.478	0.574
2	3	0.1487	0.32	2 913	1 071	240	0.009	0.873	0.873	0.873	0.873	0.955	0.955	0.955	0.955	0.238	0.476	0.571
2	1		0.258	3 003	1 061	220	0.0083	0.864	0.864	0.864	0.864	0.945	0.945	0.945	0.945	0.242	0.484	0.581
3	7	0.0867	0.26	2 433	858	200	0.0078	1.112	1.112	1.112	1.112	1.216	1.216	1.216	1.216	0.245	0.49	0.588
3	3	0.1325	0.285	2 359	850	200	0.008	1.101	1.101	1.101	1.101	1.204	1.204	1.204	1.204	0.244	0.488	0.585
3	1		0.229	2 439	841	190	0.0074	1.09	1.09	1.09	1.09	1.192	1.192	1.192	1.192	0.248	0.496	0.595
4	3	0.118	0.254	1 879	674	180	0.0071	1.388	1.388	1.388	1.388	1.518	1.518	1.518	1.518	0.25	0.499	0.599
4	1		0.204	1 970	667	170	0.0066	1.374	1.374	1.374	1.374	1.503	1.503	1.503	1.503	0.254	0.507	0.609
5	3	0.105	0.226	1 505	534	150	0.0063	1.75	1.75	1.75	1.75	1.914	1.914	1.914	1.914	0.256	0.511	0.613
5	1		0.1819	1 591	529	140	0.0059	1.733	1.733	1.733	1.733	1.895	1.895	1.895	1.895	0.26	0.519	0.623
6	3	0.0935	0.201	1 205	424	130	0.0056	2.21	2.21	2.21	2.21	2.41	2.41	2.41	2.41	0.262	0.523	0.628
6	1		0.162	1 280	420	120	0.0052	2.18	2.18	2.18	2.18	2.39	2.39	2.39	2.39	0.265	0.531	0.637
7	1		0.1443	1 030	333	110	0.0046	2.75	2.75	2.75	2.75	3.01	3.01	3.01	3.01	0.271	0.542	0.651
8	1		0.1285	826	264	90	0.0041	3.47	3.47	3.47	3.47	3.8	3.8	3.8	3.8	0.277	0.554	0.665

FOR CONDUCTOR AT 75 DEGREES C., AIR AT ES C., AIR AT 25 DEGREES C.,
IND 1.4 MILES PER HOUR (2 FT/ SEC), FREQUENCY = 60 CYCLES

Tabla # 3
Perdidas en circuitos secundarios de urb. RINCONADA DEL LAGO

TRANSFORMADOR	PERDIDAS [W]	Factor perd	ENERGIA [KWH]
T1	3.85	0.629	1.74
T2	27.07	0.444	8.65
T3	34.23	0.504	12.42
T4	103.71	0.71	53.02
T5	30.08	0.538	11.65
T6	580.00	0.984	410.92
T7	79.07	0.636	36.21
T8	2.77	0.788	1.57
T9	49.90	0.427	15.34
T10	0.53	0.61	0.23
T11	0.27	0.21	0.04
T13	4.17	0.28	0.84
T14	1.08	0.11	0.09
T15	26.00	0.287	5.37
T16	17.23	0.756	9.38
T17	4.81	0.611	2.12
T18	540.00	1	388.80
T19	67.80	0.456	22.26
T20	26.32	0.211	4.00
T21	4.84	0.467	1.63
T22	12.50	0.625	5.63
T23	46.67	0.392	13.17
Subtotal:	1662.88 W		1005.07 KWH

Tabla # 4
Perdidas en circuitos secundarios de urb. EL RIO

TRANSFORMADOR	EL RIO		ENERGIA [KWH]
	PERDIDAS [W]	Factor perd	
T1	19.69	0.3	4.25
T2	98.00	1	70.56
T3	57.57	0.469	19.44
T4	18.80	0.418	5.66
T5	15.04	0.565	6.12
T6	24.61	0.612	10.84
T7	22.15	0.213	3.40
T8	506.00	0.011	4.01
T9	14.43	0.655	6.80
T10	18.80	0.625	8.46
T11	22.15	0.653	10.41
T12	26.87	1.653	31.98
T13	7.61	0.597	3.27
T14	1.70	0.679	0.83
T15	52.73	0.233	8.85
T16	98.29	0.612	43.31
T17	9.68	0.656	4.57
T18	38.00	0.15	4.10
T19	16.92	0.762	9.28
T20	8.66	0.569	3.55
T21	9.62	0.364	2.52
T22	0.38	0.297	0.08
T23	98.00	0.135	9.53
T24	3.11	0.616	1.38
T25	24.89	0.77	13.80
T26	22.15	0.767	12.23
T27	8.66	0.436	2.72
T28	5.19	0.255	0.95
T28	19.69	0.255	3.61
T29	400.00	0.02	5.76
T30	3.11	0.59	1.32
T31	8.66	0.499	3.11
T32	60.27	0.7	30.37
T33	2.77	0.418	0.83
T34	11.06	0.544	4.33
T35	11.06	0.619	4.93
T36	7.97	0.334	1.92
T37	16.92	0.728	8.87
T38	432.00	0.309	96.11
T39	15.21	0.318	3.48
T40	12.45	0.209	1.87
T41	38.72	0.634	17.67
T42	15.35	0.538	5.95
T43	50.00	0.107	3.85
T44	5.77	0.439	1.82
T45	24.89	0.572	10.25
T48	12.45	0.625	5.60
Subtotal:	2398.01 W		514.58 KWH

Tabla # 5
Perdidas en circuito secundario en urb. LOS LAGOS

LOS LAGOS				
TRANSFORMADOR	PERDIDAS [W]	Factor perd.	ENERGIA [KWH]	
T1	11.02	0.531	4.21	
T2	76.00	1	54.72	
T3	88.30	0.605	38.46	
T4	16.56	0.516	6.15	
T5	111.38	0.547	43.87	
T7	84.00	0.037	2.24	
T8	112.00	0.041	3.31	
T9	16.56	0.438	5.22	
T10	146.31	0.55	57.94	
T10	46.91	0.55	18.58	
T12	54.02	0.688	26.76	
T13	164.00	0.02	2.36	
T14	11.73	0.492	4.15	
T15	143.49	0.273	28.20	
T16	45.02	0.267	8.65	
T16	34.33	0.267	6.60	
T17	186.00	0.096	12.86	
T18	28.79	0.748	15.51	
T19	44.15	0.596	18.95	
T20	3.08	0.209	0.46	
T20	15.35	0.209	2.31	
T21	274.00	0.019	3.75	
T22	285.28	0.571	117.28	
T24	24.84	0.044	0.79	
T23	18.00	0.535	6.93	
T25	182.00	0.043	5.63	
T26	0.91	0.114	0.07	
T26	88.29	0.114	7.25	
T27	45.02	0.857	27.78	
T28	99.57	0.543	38.93	
T29	37.52	0.579	15.64	
T30	5.52	0.395	1.57	
T31	2.46	0.47	0.83	
T32	13.44	0.567	5.48	
T33	15.35	0.743	8.21	
T34	610.00	0.003	1.32	
T35	30.01	0.289	6.25	
T36	120.26	0.416	36.02	
T37	67.53	0.573	27.86	
T38	53.61	0.747	28.84	
T39	44.15	0.523	16.63	
T40	30.35	0.568	12.41	
T41	55.88	0.611	24.58	
T42	221.79	0.605	96.61	
Subtotal:	3764.79 W		852.18 KWH	

Tabla # 6
Perdidas en circuitos secundarios de urb. LAGUNA DORADA

LAGUNA DORADA			
TRANSFORMADOR	PERDIDAS [W]	Factor perd.	ENERGIA [KWH]
T2	15.35	0.654	7.23
T3	4.62	0.638	2.12
T4	104.00	0.037	2.77
T5	11.02	0.624	4.95
T6	22.08	0.743	11.81
T7	11.02	0.202	1.60
T7	1.52	0.202	0.22
T8	58.39	0.603	25.35
T9	152.00	0.018	1.97
T10	60.50	0.696	30.32
T12	44.20	0.459	14.61
T14	814.00	1	586.08
T15	66.64	0.843	40.45
T16	150.32	0.777	84.10
T17	63.84	0.664	30.52
T18	26.87	0.632	12.23
T19	68.30	0.563	27.68
T20	86.92	0.685	42.87
T21	26.87	0.294	5.69
T22	49.67	0.547	19.56
T23	8.57	0.638	3.94
T24	9.79	0.48	3.38
T25	15.35	0.476	5.26
T26	52.73	0.56	21.26
T27	8.57	0.434	2.68
T28	4.14	0.602	1.79
T29	11.52	0.59	4.89
T30	18.67	0.689	9.26
T31	266.00	0.092	17.62
T32	30.01	0.697	15.06
T33	15.35	0.231	2.55
T34	24.84	0.429	7.67
T37	29.46	0.636	13.49
T38	18.67	0.539	7.24
T40	32.56	0.635	14.89
T41	58.93	0.548	23.25
T42	228.00	0.01	1.64
T43	4.83	0.587	2.04
T44	37.52	0.717	19.37
T45	102.10	0.229	16.83
T46	60.03	0.557	24.07
T47	58.00	1	41.76
T48	4.14	0.342	1.02
T49	8.57	0.514	3.17
T50	42.22	0.457	13.89
Subtotal:	2988.67 W		1230.17 KWH
Total:	10814.36 W		3602.00 KWH

TABLA # 7
TABLA DE CARACTERISTICAS DE TRANSFORMADORES

VOLTAJE PRIMARIO	VOLTAJE SECUNDARIO	KVA SIZE	Percent IR	Percent IX	
2400/4160 Y	120/240 V	5.0	1.9	1.6	
		10.0	1.4	1.0	
		15.0	1.2	1.2	
		25.0	1.1	1.3	
		37.5	0.9	1.4	
		50.0	1.0	1.2	
		75.0	0.9	1.3	
		100.0	0.9	1.6	
		167.0	0.9	1.7	
		240/480 V	250.0	0.8	2.9
	333.0		0.8	3.2	
	500.0		0.7	3.2	
	4800/8320 Y V	120/240V	5.00	2.2	1.6
250.0			0.8	2.9	
333.0			0.8	3.2	
500.0			0.7	3.2	
240/480 V		120/240 V	5.0	2.2	2.2
			10.0	1.4	1.0
			15.0	1.3	1.2
			25.0	1.2	1.6
			37.0	1.1	1.5
			37.5	1.1	1.4
			50.0	1.1	1.3
			75.0	1.0	1.5
			100.0	0.9	1.4
			167.0	0.9	1.7
240/480 V	240/480 V	250.0	0.8	2.9	
		333.0	0.8	3.2	
		500.0	0.7	3.2	
14400/24940 GRD Y V	120/240 V	5.00	2.5	2.2	
		10.0	1.6	1.0	
		15.0	1.4	1.7	
		25.0	1.3	1.8	
		37.0	1.2	1.7	
		37.5	1.1	1.6	
		50.0	1.1	1.8	
		75.0	1.1	1.9	
		100.0	1.0	2.0	
		167.0	0.9	2.1	
	240/480 V	240/480 V	250.0	0.8	2.9
			333.0	0.8	3.1
			500.0	0.7	3.3
34500 GRDY/19920 V	120/240 V	5.00	N/A	N/A	
		10.0	1.4	1.0	
		15.0	1.4	1.7	
		25.0	1.3	1.5	
		37.5	1.2	1.7	
		50.0	1.2	1.5	
		75.0	1.0	1.6	
		100.0	1.0	1.5	
		167.0	0.9	1.8	
		240/480 V	240/480 V	250.0	0.8
	333.0			0.8	3.1
	500.0			0.7	3.3

TABLA # 8

VDXFMR.TXT

KVA	A/A	MOTOR
5	4.3	2.6
10	1.4	0.85
15	0.97	0.59
25	0.65	0.40
37.	0.36	0.23
37.5	0.33	0.20
50	0.26	0.16
75	0.16	0.10
100	0.14	0.09
167	0.10	0.075

TABLA # 9

VDCON.TXT

CONDUCTOR	A/A	MOTOR
2 AL OH	0.92	0.56
1/0 AL OH	0.59	0.36
4/0 AL OH	0.31	0.19
336 AL OH	0.19	0.12
500 AL OH	0.17	0.10
1/0 AL OH	0.59	0.36
4/0 AL OH	0.31	0.19
350 AL OH	0.24	0.15
500 AL OH	0.18	0.11

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Cablecad Reference Manual (Markham Ontario Canadá)
- 2.- Engenhouse Generic Power Utility Application Reference (Canadá 1992)
- 3.- Folleto informativo de EMELGUR S.A. 1998
- 4.- Automatización de Empresas Eléctricas Aplicación del Programa Cablecad AM/FM a la Empresa Eléctrica Guayas Los Ríos (Tópico de graduación, Escuela Superior Politécnica del Litoral)