

LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA-GUANO Y ESTUDIO DE SIS-  
TEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA DE LA CIUDAD DE GUANO

"TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO  
EN LA ESPECIALIZACION DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA  
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL"

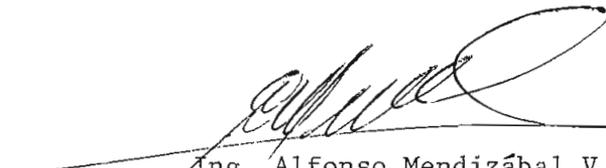
JOSE MENOSCAL ENRIQUEZ

QUITO, AGOSTO DE 1967.

DEDICO ESTE TRABAJO A LA INSTITUCION  
QUE EN SUS AULAS TRAZO EL FUTURO DE MI PRO-  
FESION Y A TODOS MIS PROFESORES QUE FUERON  
SIEMPRE EJEMPLO EN EL CUMPLIMIENTO DEL DE-  
BER.

C E R T I F I C O :

Que el presente trabajo de Tesis de Grado fue realizado bajo mi dirección por el egresado señor José Menoscal Enríquez.



Ing. Alfonso Mendizábal V.  
CONSULTOR DE TESIS

I N D I C E

I P A R T E

<u>LINEAS DE TRANSMISION:</u>	Página
Características Generales del diseño	1
Sistemas de Transmisión	3
Consideraciones	3
Diseño Eléctrico	5
Estimación de la Demanda futura	5
Selección del Voltaje	7
Calibre de los Conductores	9
Caída de tensión - regulación	13
Regulación	14
Pérdidas en KWH	15
Efecto Corona	16
Coordinación de Aislamiento	17
Dispositivos de Protección	18
Diseño Mecánico	19
Composición de los Conductores	23
Distancia entre Conductores	24
Tipo de aisladores	25
Accesorios para conductores	25
Diseño Estructural	26
Cálculo de los esfuerzos	26

	Página
Fundaciones	26
Tensores y anclajes	27
Diseños Misceláneos	27
Topografía	28
Medios de Comunicación	29
Presupuesto Aproximado	29

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

II P A R T E

Características Generales	29
Análisis de la Carga y Estudio de posibilidad de aumento	31
Estimación del crecimiento de la demanda	32
Determinación de la carga diversificada	32
Máxima Demanda	34
Factor de Demanda	34
Factores de Coincidencia y Diversidad	35
Iluminación de calles	36
Cálculo de la carga para 10 años	37
Líneas Primarias de Distribución	40
Postería	42
Red de Distribución de Baja Tensión	44

	Página
Cálculo de Capacidad de Transformador	46
Calibre cables bajada transformador	46
Alumbrado Público	49
Cuadro tamaño fusibles para transformador	49

CAPITULO MISCELANEO

PLANOS, ESQUEMAS Y PRESUPUESTO

Mantenimiento del Servicio Eléctrico	50
Lista General de Planos	55
Material del Plano 02 JM	56
Material del Plano 03 JM	57
Material del Plano 04 JM	57
Material del Plano 07 JM	58
Datos Generales de la línea de transmisión	60
Datos Generales de la línea de distribución y alumbrado público	61
Descripción del trabajo de la línea de trans- misión	63
Descripción del trabajo del sistema de dis- tribución	67
Lista de Postes de Hormigón armado, anclas crucetas y fusibles de repetición.	71

Presupuesto aproximado de la línea de transmisión	77
Presupuesto aproximado del sistema de distribución y alumbrado público	80
Resumen de Presupuesto	84
Circuito N°C-1.- Plano N°08JM	85
Circuito N°C-2.- Plano N°09JM	86
Circuito N°C-3.- Plano N°10JM	87
Circuito N°C-4.- Plano N°11JM	88
Circuito N°C-5.- Plano N°12JM	89
Circuito N°C-6.- Plano N°13JM	90
Circuito N°C-7.- Plano N°14JM	91
Circuito N°C-8.- Plano N°15JM	92
Circuito N°C-9.- Plano N°16JM	93
Circuito N°C-10.- Plano N°17JM	94
Circuito N°C-11.- Plano N°18-JM	95
Circuito N°C-12.- Plano N°19JM	96
Circuito N°C-13.- Plano N°20JM	97
Circuito N°C-14.- Plano N°21JM	98
Forma para control de pruebas de transformador y anotación de clientes importantes Plano N°24JM	101
Diseño de Conexión para transformador monofásico de 7.600 voltios	102
Bibliografía consultada	103

## CAPITULO I

### LINEA DE TRANSMISION A GUANO

#### 1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL DISEÑO

Con el presente Proyecto se trata de llenar una necesidad urgente para un sector de la Provincia del Chimborazo, el Cantón Guano, situado al Norte de la ciudad de Riobamba y a una distancia aproximada de diez kilómetros.

En el año próximo pasado con la intervención de uno de los Organismos Técnicos del país, el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), se ha formado la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., para llevar adelante una de las principales obras de la Provincia "La Central Hidroeléctrica del Río Alao", situada al Sur de Riobamba y aproximadamente a una distancia de diez y siete kilómetros en línea de aire, la misma que estará en capacidad de suministrar energía eléctrica tanto a Riobamba y Guano como a otras poblaciones.

Inicialmente con la operación del equipo de generación de 2 x 3.280 KVA. (grupos ya instalados) y para el futuro con una capacidad total de 16.250 KVA.

Para el estudio y proyecto se considera los datos suministrados por la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., es decir:

Una sub-estación al Sur de la Ciudad de Riobamba a un lado del Cementerio General plano número 075M consistente en un transformador reductor de capacidad adecuado para alimentar la red de distribución existente a 4.160/2400 Voltios y a las ampliaciones que se prevean en la pr

para etapa para las cuales se adoptarán el voltaje normal de 13.800/8.000 V.

El transformador de reducción tendrá las siguientes características:

- 1) Trifásico.
- 2) Sumergido en aceite.
- 3) Auto refrigerado.
- 4) Tipo OA
- 5) Para instalación a la intemperie.

Capacidad nominal: 5.000 KVA con 55°C de sobre elevación de temperatura y a 10.000 pies de altura (3.050 mts.) sobre el nivel del mar.

Arrollamiento de alta tensión: conexión triángulo.

Voltaje nominal de transmisión Alao-Riobamba: 69.000 KV, 60 c/s, Bil - 350 KV el arrollamiento de alta tensión deberá estar previsto para operar con 44 KV modificando las conexiones a los terminales (bushing) y además deberá tener derivaciones (taps) para regulación sin carga de  $\pm 2.5$  y  $\pm 5\%$  del voltaje nominal.

Arrollamiento de baja tensión: Conexión estrella con neutro accesible desde el exterior.

Voltaje nominal: 13.800/8.000 V Bil - 110 KV.

El arrollamiento de baja tensión tendrá terminales adicionales para obtener 4.160/2.400 Voltios.

Accesorios: El transformador estará equipado con los acceso-

rios normales especificados en las normas ASA y de los dispositivos para la instalación futura del equipo para ventilación forzada.

Impedancia: 7%.

a) Sistemas de Transmisión: Los Sistemas de Transmisión dan la facilidad para transportar energía eléctrica desde la fuente de producción hasta las áreas de consumo que en el proyecto parte desde la sub-estación en Riobamba para abastecer la ciudad del mismo nombre y la ciudad de Guano, respectivamente.

El estado actual de los sistemas de transmisión eléctrica es el resultado del equilibrio entre la demanda y la capacidad de generación y transporte, es así que para atender la demanda siempre creciente, los voltajes han ido subiendo constantemente . Se considera que en el Ecuador deben construirse líneas de transmisión con voltajes standard internacionales, los mismos que permitirán obtener equipos a menor precio, intercambio de partes con otros sistemas en el país mismo y posibilidades de interconexiones.

b) Consideraciones: El Ilustre Municipio del Cantón Guano, Provincia del Chimborazo, al integrar como accionista de la nueva Empresa Eléctrica Riobamba S.A., tiende a solucionar una vieja aspiración de abastecimiento de energía eléctrica a su ciudad, lo cual hace llevar al estudio de una línea de transmisión Riobamba-Guano; considerando la calidad del servicio pedida por la población, según el análisis de sus necesidades y al mismo tiempo considerando que el sistema debe ser capaz de futuras extensiones con un mínimo de cambios y un mínimo de costo.

GUANO: Como queda dicho, es cabecera cantonal, a una distancia de diez kilómetros de Riobamba y tiene como límites: al Norte con la Provincia del Tungurahua y parte del Cantón Colta; por el Sur y el Oeste con el Cantón Riobamba, y por el Este con la Provincia Oriental de Napo Pastaza.

Uno de los principales ríos que atravieza la ciudad es el Guano, cuyo origen tiene en las faldas del Chimborazo por los manantiales de San Pablo y los riachuelos de Asaco, el Angel y Sabañag. Este Cantón no cuenta con lagunas. En cambio, son innumerables los manantiales cuyas aguas son cristalinas y puras, sirviendo provechosamente hasta aquí sólo para la agricultura. Las fuentes de San Pablo desde hace 50 años se han usado como la principal producción para el abastecimiento del agua potable de la ciudad de Riobamba. El clima es agradable, siendo templado, por cuya razón es la más adecuada dentro de esta zona para el cultivo y producción de cualquier fruta, cereales y cabuya. Su terreno es exhuberante. Guano, es una ciudad que se halla formada por las Parroquias Urbanas de La Matriz y El Rosario, y fue fundada en 1.750. Sus habitantes a parte de ser sociales y hospitalarios son sumamente trabajadores, pues dentro de la Provincia es el lugar donde se trabaja innumerables artes manuales. Cuenta con la industria de las alfombras, sacos de cabuya y muchas manufacturas.

El porvenir de Guano es prometedor aparte de su clima y laboriosidad de sus habitantes, cercano a él pasa la carretera Panamericana.

Según datos del último Censo de Noviembre 25 de 1962 la Cabecera Cantonal cuenta con 4.500 habitantes. Debido a la emigración constante de sus habitantes y a las necesidades de abastecimiento de energía eléc-

trica la ciudad no ha alcanzado su progreso. Debemos mencionar que los habitantes de Guano aparte de otras cualidades se distinguen por su espíritu de comerciante no sólo dentro del país sino también fuera de él.

## 2. DISEÑO ELECTRICO

Para el diseño eléctrico se considera a Guano con una población de 5.000 habitantes y de acuerdo al censo de edificios cuenta con 800 casas de diferentes tipos de construcción.

Generalmente muchos autores y también en la práctica se asigna un mínimo de 75 Watios por habitante; con el antecedente anotado, las necesidades actuales serán:

75 Watios x 5.000 habitantes

= 375.000 Watios

= 375 Kilowatios.

Estimación de la demanda futura: En la ciudad de Guano no se ha encontrado ninguna información sobre consumos de clientes y, la estimación de la demanda futura se ha hecho basada en experiencias prácticas de otras ciudades del país semejantes a la de Guano.

Debemos tener presente que el incremento de carga para un período determinado es variable y está en función del crecimiento vegetativo de la población, del nivel de vida y la facilidad económica que puede prestar una Empresa Eléctrica, de las costumbres socio-económicas y de varios otros factores que estimulan el uso de energía eléctrica.

El desarrollo normal de ciudades experimentan incrementos de demanda que varían de 7% a 10% anual, como es el caso de Guayaquil, y que

hoy, desde 1960 a la fecha tiene un incremento de demanda de 11.3%, pero tenemos que aceptar que Guayaquil se encuentra en una etapa integral de crecimiento en todo aspecto: industrial, comercial, social, vegetativo, etc.

Para el estudio de la demanda futura en 10 años de Guano, por la actividad de sus habitantes se divide en dos períodos de cinco años, aceptando que en el primer período su incremento será del 10% anual y en el segundo período de 5 años será de 15%, esto en razón de que la potencia inicial es pequeña y con medianas o pequeñas cargas el porcentaje de incremento de demanda se elevará al previsto, en el caso más optimista.

Entonces:

PRIMER PERIODO DE CINCO AÑOS (10%)

$$375 + 0,1 \times 5 \times 375 =$$

$$375 + 187,5 = \underline{562,5 \text{ Kilowatios}}$$

SEGUNDO PERIODO DE CINCO AÑOS (15%)

$$562,5 + 0,15 \times 5 \times 562,5 =$$

$$562,5 + 421,9 = \underline{984,4 \text{ Kilowatios}}$$

COMO QUEDA ESTABLECIDO, ESTOS DATOS SON APROXIMADOS, YA QUE ES DIFICIL PREDECIR QUE FACTORES FUERA DE CONTROL PUEDAN INFLUENCIAR EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA. Teóricamente, puede calcularse esta demanda y más adelante en el Capítulo de Distribución lo anotamos mediante el empleo de las Fórmulas:

$$C_c = \frac{C_i \times D \times C}{\cos \phi} + AP + P$$

$C_c$  = Carga coincidente

$C_i$  = Carga instalada

$D$  = Factor de demanda

$C$  = Factor de coincidencia

$\cos \phi$  = Factor de potencia

$AP$  = VA/lote

$P$  = 10% de carga coincidente instalada

$$C_{ccf} = C_c (1 + i)^n$$

$C_{ccf}$  = Carga coincidente futura en VA

$C_c$  = Carga coincidente actual en VA

$i$  = Índice de crecimiento en %

$n$  = Número de años.

Podemos considerar que la potencia pedida para después de 10 años, será de 1.000 kilowatios.

a) Selección del voltaje: La selección del voltaje ya viene dada por las características de la subestación del transformador de reducción en Riobamba y que será un voltaje nominal de 13.800/8.000 V.

En la práctica la selección del voltaje se considera la relación de dos o más tensiones convenientes, y en este caso teniendo dos voltajes de salida de la subestación 13.800/8.000 V y 4.160/2.400 V podemos demostrar el voltaje que resulta más conveniente mediante el siguiente cálculo teniendo presente que la línea de transmisión será trifásica.

Reemplazamos sus valores en la fórmula siguiente tomando en cuenta que el factor de potencia será 0,85:

$$I \text{ fase} = \frac{KW}{KV \cos \phi \sqrt{3}}$$

I fase = Corriente de fase en amperios

KW = Kilowatios

KV = Kilovoltios

$\cos \phi$  = Factor de potencia

Calculamos primeros para la potencia inicial pedida de 375 Kw.

$$4.160 \text{ Voltios.} - I \text{ fase} = \frac{375}{4,16 \times 0,85 \sqrt{3}} = 61,4 \text{ Amp.}$$

$$13.800 \text{ Voltios.} - I \text{ fase} = \frac{375}{13,2 \times 0,85 \sqrt{3}} = 19,3 \text{ Amp.}$$

Potencia pedida después de 10 años : 1.000 Kw

$$4.160 \text{ Voltios.} - I \text{ fase} = \frac{1.000}{4,16 \times 0,85 \sqrt{3}} = 164 \text{ Amp}$$

$$13.200 \text{ Voltios.} - I \text{ fase} = \frac{1.000}{13,2 \times 0,85 \sqrt{3}} = 51,5 \text{ Amp}$$

El cuadro siguiente ilustrará la selección del voltaje más conveniente y que coincide con la tensión anteriormente propuesta: 13.200 voltios.

SELECCION VOLTAJE	POTENCIA INICIAL (KW)	POTENCIA FU- TURA (KW)	AMPERIOS POR FASE
4.160	375	-	61,4
4.160	-	1.000	164
13.200	375	-	19,3
13.200	-	1.000	51,5

b) Calibre de los Conductores: La línea de transmisión Riobamba-Guano, desde la subestación será de 8 + 615,58 kilómetros para llevar una potencia pedida después de diez años de 1.000 kilowatios, con un factor de potencia de:  $\cos \phi = 0,85$ . En vista de la topografía del terreno y la conveniencia económica se ha adoptado el Aluminium Cable Still Reinforced (ACSR) o Cable de Aluminio Reforzado con acero.

Este cable tiene una relación de resistencia al peso de alrededor del doble de la del cobre y de 1,6 veces la del cable Copper Weld Copper; como resultado de esta alta resistencia mecánica se requiere menores flechas y postes más cortos para una luz dada. Además como la subestación se encuentra al Sur de Riobamba se aprovechará las líneas de alta tensión del Sistema de Distribución de esta ciudad que la atraviesan de Suroeste a Noreste para evitar elevar el costo de la línea de transmisión que en otro caso sería perimetral a la ciudad como queda demostrado en el plano N°07-JM.

Esta línea de alta tensión en su primera etapa será una derivación del sistema de distribución y por consiguiente no constituye una alimentadora especial.

Posteriormente cuando las necesidades de carga conectada lo exijan se correrán líneas de alta tensión independientes de las del Sistema de Distribución indicado y que en plano aparte queda diseñado. Plano N°07-JM.

Lo expuesto en párrafo anterior hace considerar la carga conectada actualmente en la ciudad de Riobamba y que será servida con

una tensión de 13.800 voltios.

En la actualidad esta carga se estima aproximadamente en 400 KVA y a una tensión de 4.160 voltios, dato tomado según plano de distribución de la Empresa Eléctrica que suministra el servicio Eléctrico a Riobamba.

Con este dato se calculará la corriente en amperios que pasará cuando la tensión sea a 13.800 voltios:

$$I \text{ fase} = \frac{KW}{KV \times \text{Cos } \phi \times \frac{V}{\sqrt{3}}}; \quad I = \frac{1.000 \times KVA}{\frac{KV}{\sqrt{3}}}$$

$$KVA = \frac{I \times \frac{13.800}{\sqrt{3}}}{1.000}; \quad I = \frac{1.000 \times KVA}{\frac{13.800}{\sqrt{3}}}$$

$$I = \frac{400.000}{8.000}; \quad I = 50$$

$$\underline{I = 50 \text{ Amperios}}$$

La corriente total de fase será la ya calculada inicialmente de 19,3 amperios más la existente en Riobamba de 50 amperios.

$$I \text{ fase} = 19,3 + 50 \text{ Amp.}$$

$$I \text{ fase} = 69,3 \text{ amperios.}$$

Con el valor encontrado estamos en condiciones de seleccionar el calibre del conductor de la línea de transmisión. Debemos indicar que siempre es posible encontrar un conductor económico para una tensión dada, pero razones prácticas nos aconsejan tomar siempre una ten

si3n standarizada, como lo es 13.800/8.000 y 4.160/2.400 voltios, en nuestro pa3s.

Por tanto el voltaje 13.800 es standarizado y los materiales y equipos de protecci3n como transformaci3n existen en las normas de trabajo com3n, principalmente en la ciudad de Guayaquil, donde la tensi3n de distribuci3n es la mencionada.

La pr3ctica recomienda que para tensiones de 13.800/8.000 voltios debe usarse secciones de 20, 30 3 50 mm<sup>2</sup>, que se adoptan a alimentadores cuya capacidad var3a entre 500, 700 y 1.550 KVA. La ca3da de tensi3n porcentual entre la subestaci3n de alimentaci3n y el punto m3s distante de la l3nea no exceder3 de 5% en condiciones de m3xima carga como veremos m3s adelante, y por este motivo hemos adoptado el voltaje de alimentaci3n a Guano de 13.200 voltios.

Con el antecedente anotado estudiamos el Calibre N°2 AWG (ACSR):

Si consideramos la l3nea de transmisi3n desde el poste N° 1, Plano N°05 JM-B de la salida de Riobamba con una longitud de 6 + 169,79 Km., la resistencia ohmica ser3:

DATOS: 2 AWG (ACSR)

Secci3n 35 mm<sup>2</sup> , di3metro 8,01 mm.

$$\Omega / \text{Km.} = 0,8507$$

$$R = 0,8507 \times 7 \text{ Km.} \times 3 \text{ (l3neas)}$$

$$R = \underline{18 \Omega}$$

Las p3rdidas de potencia a plena carga considerando la carga inicial de Guano (375 KW) y la de Riobamba: (400 KVA x 0,85 = 340 KW),

Sector Norte:  $375 + 340 = 715 \text{ KW}$

$$RI^2 = 18 \times 68,5^2$$

$$RI^2 = 84.100 \text{ Watios}$$

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{84.100}{715.000} \times 100 = 1,7\%$$

$$RI^2 = \underline{1,7\%}$$

Calculamos la sección cuando la pérdida de potencia es 1,7%, según aplicación de la siguiente fórmula:

$$S_{AL} = \frac{2 \rho W \cdot L}{W_p \times V^2 \times \text{Cos } \phi} \times 100$$

$S_{AL}$  = Sección en  $\text{mm}^2$  (para aluminio)

$\rho$  = Resistencia específica

$W$  = Watios

$\text{Cos } \phi$  = Factor de potencia

$V$  = Voltaje

$W_p$  = Watios de potencia

$L$  = Longitud

$$S_{AL} = \frac{2 \times 1'000.000 \times 7.000}{36 \times 1.7 \times 13.200^2 \times 0.85}$$

$S_{AL} = 15,6 \text{ mm}^2$ . Por aproximación tomaríamos la sección del conductor inmediato superior, pero se considera que situaciones económicas pueden obstaculizar el tendido independiente por la ciudad de Riobamba aparte de que en 10 años la carga del sector considerado en Riobamba va a aumentar y es preferible asegurar que cubra la potencia después de 10 años con el

calibre N° 2 (ACSR) AWG, que en cobre equivale al N°4 Cu. AWG.

c) Caída de tensión - Regulación: El estudio de las pérdidas de tensión comprende primero el conocimiento de la impedancia de la línea y luego la separación entre conductores. "El Manual del Ingeniero, II Tomo", dice que la separación mínima entre conductores en estructuras provistas de aisladores rígidos, en vanos de longitud mediana, depende en general de la mínima separación admisible para que los cables no se acerquen demasiado en el punto medio del vano, bajo condiciones adversas al viento.

El reglamento español, establece la separación entre conductores mediante la aplicación de la siguiente fórmula para tensiones menores de 66 KV.

$$d = K \sqrt{\frac{V}{F}} + \frac{E}{150}$$

d = Distancia de separación mínima expresada en metros

K = Coeficiente 1 para acero o aluminio reforzado

E = Tensión en KV.

F = Flecha máxima 0,56 m.

La impedancia de la línea está dada por:

$$Z = R \times \cos \phi + X_2 \times \sin \phi$$

Z = Impedancia de línea

R = Resistencia ohmica de los hilos;

$\cos \phi$  = Factor de potencia

X<sub>2</sub> = Reactancia inductiva de los conductores

Como distancia equivalente tomaremos 3 pies

Según tabla de valores, la caída de tensión en voltios por kilowatios y por milla, trifásica y a 60 c/s. Esta tabla da para distancia equivalente de 3 pies y calibre N° 4 (7 hilos) AWG, equivalente al N° 2 de aluminio reforzado con acero (ACSR), da el valor de 19,58, que aplicado a la fórmula tenemos:

$$\varepsilon_{\text{fase}} = \frac{\text{KW} \times \text{millas} \times \text{valor tabla}}{0,01 \times \text{KW}}, \text{ según manual standard}$$

$$7 \text{ Km} = 4.35 \text{ millas}$$

$$\varepsilon_{\text{fase}} = \frac{1.000 \times 4.35 \times 19.58}{0.01 \times 13.200}$$

$$\varepsilon_{\text{fase}} = 645 \text{ voltios}$$

La caída de tensión en porcentaje será:

$$\% \frac{645}{13.200} = \underline{4.9 \%}$$

La tensión de salida de la sub-estación está dada por:  $E_s$

$$E_s = 13.200 + 650$$

$$E_s = 13.850 \text{ voltios}$$

En el proyecto de estudio sólo tomaremos como tensión de salida

$$E_s = 13.800/8.000 \text{ voltios}$$

REGULACION: En las subestaciones de corriente alterna el volta  
je se ajusta mediante reguladores de tensión, que  
en los transformadores de distribución se denominan "TAPS" o derivaciones.

Para el sistema de distribución todos los transformadores de  
distribución contarán con derivaciones variables de  $\pm 2.5$  a  $\pm 5\%$ .

PERDIDAS: Las pérdidas de potencia por efecto de Joule o pérdidas en el aluminio; es igual al cuadrado de la intensidad por la resistencia ohmica de los hilos

$$\underline{KW = I^2 R}$$

R = 0.8507  $\Omega$ /km. resistencia ohmica de los hilos de aluminio

Con la potencia inicial calcularemos I:

$$I = \frac{KW}{E \cos \phi \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{375}{13.200 \times 0.85 \times \sqrt{3}}$$

$$\underline{I = 19.3 \text{ amperios}}$$

Con la potencia después de 10 años:

$$I = \frac{1.000}{13.200 \times 0.85 \sqrt{3}}$$

$$\underline{I = 51.5 \text{ amperios}}$$

Pérdidas de potencia inicial:

$$\begin{aligned} I^2 R &= 0.8507 \times 19,3^2 \times 3 \text{ (líneas)} \times 7 \text{ (Km.)} \\ &= \underline{6,6 \text{ kilowatios}} \end{aligned}$$

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{6,6}{375} \times 100 = 1,75\%$$

Pérdidas de la potencia después de 10 años

$$\begin{aligned} I^2 R &= 51.5^2 \times 0.8507 \times 3 \text{ (líneas)} \times 7 \text{ (km)} \\ &= 47.3 \text{ Kilowatios} \end{aligned}$$

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{47.3}{1.000} \times 100 = 4.7\%$$

Pérdidas en kilowatio hora.- La aplicación de la fórmula q

a continuación enunciamos, requiere el conocimiento de la corriente media anual o de curvas de cargas precisas, caso contrario el cálculo resulta errado, ya que no disponemos de estos datos por razones expuestas anteriormente. De todas maneras el cálculo es:

$$F = 0.7 \times f_c^2 + 0.3 f_c$$

F = Factor de multiplicación

$f_c$  = Factor de carga anual (digamos es 50% ó 0.5)

El factor de carga es el cuociente de los kilowatios hora (KWh) generados por los teóricos de kilowatios-hora máximos de funcionamiento.

$$F = 0.7 \times 50^2 + 0.3 \times 50$$

$$F = 0.325$$

Las pérdidas anuales en KWh

$$KWh = I_{\max}^2 \times R \times h \times 3$$

$$R = 3 \times F = (0.975)$$

$$h = 24 \text{ horas} \times 365 \text{ días} = 8.760 \text{ horas}$$

$$I = 6,6 \text{ amperios}$$

$$KWh = 6.6^2 \times 0.975 \times 8.760$$

KWh = 371.464, que es el valor teórico de pérdidas anuales.

Efectos del factor de potencia sobre las pérdidas de energía.

Queda establecido que cuando mayor es el factor de potencia menores son las pérdidas de energía, menor corriente y menor pérdida.

**EFEECTO CORONA:** El efecto corona se produce cuando se eleva el potencial eléctrico de un conductor en el aire hasta valores que sobrepasan la rigidez dieléctrica del aire que

rodea el conductor, siendo así el aire no es un perfecto aislante y los hilos de un conductor desnudo sometidos a una tensión elevada dan lugar a pérdidas de energía. El efecto corona se manifiesta por luminiscencia o luz azulada alrededor del conductor acompañado por un sonido silbante y con olor de ozono (O<sub>3</sub>). Para el caso que tratamos, el voltaje 13.8 KV no se considera propiamente como un voltaje de transmisión sino de distribución y el efecto corona no produce mayores pérdidas de energía, no siendo de importancia su estudio.

COORDINACION DE AISLAMIENTO: El servicio de una línea de transmisión depende en gran parte de su aislamiento. Los aisladores deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar cargas severas sobre todo en el caso de tensiones elevadas.

Para líneas de alta tensión los aisladores de vidrio son recomendados cuando están fabricados con vidrio especial resistentes al calor, por ejemplo el Pirex. La porcelana es un producto cerámico obtenido por vitrificación a altas temperaturas de una mezcla de arcilla, feldespato molido y sílice. La porcelana de composición química apropiada libre de escamas, grietas, huecos y de efectos interiores originados en el enfriamiento, es el dieléctrico apropiado, para el aislamiento de líneas de alta tensión. Es importante que la superficie de los aisladores se recubra de una película fina de un producto vitrificante, barniz o esmalte especial coloreado que tenga el mismo coeficiente de dilatación que la porcelana, caso contrario después de algunos años de servicio pueden producirse grietas que pueden progresar en el interior de la porcelana provocando la falla del aislador.

DISPOSITIVOS DE PROTECCION: Los dispositivos de protección para el caso de daño en los aisladores no tienen mayor importancia en esta línea de transmisión por cuanto el voltaje es relativamente bajo (13.800 V.). Diferentes dispositivos se usan para elevadas tensiones, mediante cables de tierra, tubos protectores de expulsión, etc. para la protección de los aisladores.

En el sistema de protección es necesario tener presente la protección a la línea de transmisión contra las perturbaciones debido a descargas atmosféricas usándose los dispositivos anteriormente expuestos y que para nuestro caso solo podemos recomendar el uso de las crucetas de madera puestas a tierra para evitar la destrucción de la madera.

El uso de interruptores (recloser) para tensiones bajas reduce las interrupciones producidas por contorneamiento o arco de un aislador y evitar los daños producidos por el arco de corriente dinámica que sigue a la descarga atmosférica y en líneas de tensiones bajas no estaría justificado colocar un conductor de tierra una vez que se usa esta clase de interruptores.

Gran parte de las perturbaciones del suministro de energía eléctrica en las líneas de alta tensión, se deben a descargas atmosféricas o rayos. Los pararrayos deben conectarse tan cerca como sea posible de los aparatos que se quieren proteger de las sobretensiones y es así que en el proyecto presente se ha considerado la instalación de pararrayos a lo largo de la línea de alta tensión, según se indica en la lista de materiales y en plano N° 05 JM-A y 05 JM-B.

Para controlar las sobreintensidades en alta tensión se emplean

fusibles, que pueden ser también fusibles de repetición: tres fusibles accionados uno a continuación de otro a intervalos de 2 segundos, según persista la sobreintensidad, y se han fijado uno de ellos a la salida de Riobamba y otro a la llegada a Guano, pudiendo reemplazarse el de Riobamba mediante un "Recloser" o reconectador automático de tiempo (segundos).

DISEÑO MECANICO: En la línea de transmisión emplearemos postes de hormigón armado, según diseño del Departamento Técnico de INECEL, cuyas características se establecen más adelante en el Proyecto. El estudio mecánico de la línea está sujeto a algunos factores básicos que influyen en la operación, como ser presiones del viento, variaciones de temperatura y propiedades atmosféricas.

Las condiciones atmosféricas que se toman en cuenta para el cálculo de esfuerzo de los conductores será: Temperatura mínima de 5°C velocidad del viento 110 Km/h;

Temperatura media de 25°C y velocidad del viento 40 Km/h;

Temperatura máxima de 50°C.

Con la temperatura mínima de 5°C y velocidad del viento 110 Km/h se tendrá la tracción máxima, y con la temperatura máxima de 50°C se producirá la flecha máxima.

Características del conductor de aluminio reforzado con acero y desnudo: Catálogo "ALCAN" de productos eléctricos de aluminio (Aluminium Limited Sales Inc. 1963). Calibre N°2 AWG (ACSR) equivalente al N°4 Cu. AWG..

Clave: Sparrow.- Area de la sección de aluminio: 33.62 mm<sup>2</sup>, área del conductor completo: 39,22 mm<sup>2</sup>, equivalente en cobre a: 21.15 mm<sup>2</sup>, cableado, número y diámetro de alambre: 6 hilos aluminio, equivalente a

2,67 mm c/u, un hilo de acero de diámetro 2,67 mm; diámetro completo del conductor de aluminio: 8,01 mm, diámetro del núcleo de acero: 2,67 mm, Resistencia a la rotura: 1.265 kilogramos; resistencia CC a 20°C: 0,8507 ohmios por kilómetro; peso total: 135,6 Kg/Km., peso del aluminio: 92,02 Kg/Km.; peso del acero: 43,63 Kg/Km.; porcentaje del peso total de aluminio: 67,9%, peso en porcentaje del acero: 32,1%; largura normal en carretes: 4.160 mts.; largura normal de bobinas: 1.040 mts.; peso aproximado de largura normal en carretes: 560 Kg., peso aproximado de largura normal en bobinas: 140 Kg.

Siendo la temperatura mínima de 5°C y velocidad del viento 110 Km/h. Presión del viento en función de la velocidad para superficies cilíndricas, según BUICK es:

$$\gamma = 0.000471 \times v^2 \text{ (gr/cm}^2\text{)}$$

$$\gamma = 0.000471 \times 90^2$$

$$\gamma = 3.81 \text{ gr/cm}^2$$

La carga del viento en función de la velocidad

$$W = 0.01 \times \gamma_i \times d \text{ (Kg/m)}$$

$$\gamma_i = \text{presión del viento } 3.81 \text{ gr/cm}^2$$

d = Diámetro del conductor

W = Carga del viento

$$W = 0.01 \times 3.81 \times 2.67$$

$$W = 0.102 \text{ Kg/m}$$

La carga específica en función de la velocidad será:

$$W' = \frac{W}{S} \text{ ( Kg/m mm}^2\text{)}$$

$$W = 0.102 \text{ Kg/m};$$

$$S = \text{Sección del conductor en mm}^2$$

$$S = 39,22 \text{ mm}^2$$

$$W = \frac{0.102}{39.22}$$

$$W = 2.5 \times 10^{-3} \text{ kg/m} \times \text{mm}^2$$

El peso del conductor G. se puede expresar con relación a un metro de longitud y a 1 mm<sup>2</sup> de sección

$$g = \frac{G}{S}$$

$$G = \text{Peso del conductor } 135,6 \text{ Kg/Km}$$

$$S = \text{Sección del conductor } 39.22 \text{ mm}^2$$

$$g = \frac{135,6}{39,22}$$

$$g = 3,457$$

$$g = 3.457 \times 10^{-3} \text{ Kg/m} \times \text{mm}^2$$

La resistencia a la rotura es de 1.265 Kg.

La carga de rotura es:

$$Cr = \frac{1.265}{39,22}$$

$$Cr = 32,3 \text{ Kg/mm}^2$$

En líneas primarias de este tipo utilizamos el 40% de la carga de rotura estimando las condiciones mas desfavorables y así se tendrá el esfuerzo máximo de los conductores.

$$Cr. \text{ max.} = 12.9 \text{ Kg/mm}^2$$

Los esfuerzos específicos como presión del viento sobre el conductor y el peso del conductor nos da una sobrecarga como resultado de estos esfuerzos:

$$g^2 = \sqrt{g^2 + W^2}$$

$$g^2 = \text{sobrecarga}$$

$$g^2 = \sqrt{3.457^2 \times 10^{-6} + 2.5^2 \times 10^{-6}}$$

$$g^2 = 10^{-3} \sqrt{11,850 + 6,25}$$

$$g^2 = 10^{-3} \sqrt{18,01}$$

$$g^2 = 4 \times 10^{-3} \text{ Kg/m} \times \text{mm}^2$$

El esfuerzo específico de tracción está dado por la fórmula:

$$P_1 - \frac{a^2 \cdot g t_2^2 \cdot E}{24 P_1^2} = P_2 - \frac{a^2 \cdot g t_1^2 \cdot E}{24 P_2^2} \quad \dots \quad E (t_1 - t_2)$$

Esta es la ecuación de cambio de estado de la línea aérea que guarda relación con la temperatura, peso y coeficiente de tracción de la línea.

a = Vano de 80 metros;

gt<sub>1</sub> = Peso del conductor (3.457 x 10<sup>-3</sup> Kg m x mm<sup>2</sup>)

gt<sub>2</sub> = Peso del conductor más sobrecargas (4 x 10<sup>-3</sup> Kg/m mm<sup>2</sup>)

p<sub>1</sub> = Esfuerzos en las condiciones máximas de trabajo  
(12,9 Kg/mm<sup>2</sup>)

t<sub>1</sub> = Temperatura inicial (5°C)

t<sub>2</sub> = Temperatura a 50°C

d = Coeficiente de dilatación calórica para el acero (19,7 x 10<sup>-6</sup>)

$E$  = Módulo de elasticidad para el acero ( $8.000 \text{ Kg/mm}^2$ )

$p_2$  = Esfuerzo específico de tracción con el cambio de condiciones.

COMPOSICION DE LOS CONDUCTORES: Los conductores más comunes usados para líneas de transmisión son de cobre, de aluminio con refuerzo de acero (Aluminium Cable Steel Reinforced, ACSR) y de cobre con copperweld. Para la línea en estudio se considera la de aluminio con refuerzo de acero cuya resistencia, peso y resistencia física han sido estudiadas detenidamente por ALCAN, según referencias del Catálogo de Productos Eléctricos de Aluminio.

Se considera que el alambre de aluminio comercial estirado en frío a la temperatura normal, tiene conductividad de 61%. Esto corresponde a una resistividad de 2,8264 microhmios/cm a  $20^\circ\text{C}$ . que es el valor normal especificado en la C 49 - 1957 de la Asociación de Normas Canadienses, titulada Especificaciones Normales para Conductores de Aluminio Cableados y Conductores de Aluminio Reforzado con acero (2ª Edición) Teniendo como base la resistividad de 61%, la resistencia de un pie de Aluminio con sección de un mil circular, es 17.002 ohmios a  $20^\circ\text{C}$ , y el coeficiente de resistencia, estando el volumen de aluminio a temperatura constante, es 0.00403 por grado a  $20^\circ\text{C}$ .

Para calcular la resistencia de los conductores completos indicada en las tablas de conductores, el aumento de resistencia con el aumento de temperatura del alambre de aluminio estirado en frío, se tomó

0.0043 por grado a 20°C. Al calcular la resistencia por unidad de longitud de los conductores de aluminio completos, indicada en las tablas, se tomó en consideración el aumento en la longitud de los alambres individuales debido al retorcido empleado.

Al calcular el peso por unidad de longitud de los conductores de aluminio completos, se tomó en consideración el aumento en la longitud de los alambres individuales debido al retorcido empleado. El peso por unidad de longitud, de alambre recto, de diferentes materiales, se consideró el siguiente: Para el aluminio el peso,  $\text{Kg/mm}^2 \times \text{Km}$ : 2.703 y para el acero galvanizado es 7.78.- Refs.: Catálogo ALCAN Página 23.

Al calcular la resistencia física de los conductores completos conforme a la Norma C 49 - 1957 de CSA (conductores cableados de aluminio y conductores de aluminio con refuerzo de acero norma canadiense) se observó que la resistencia reglamentaria a la rotura en tracción del conductor de aluminio con refuerzo de acero se considera como la resistencia de la sección de aluminio más el esfuerzo desarrollado en la sección de acero con el alargamiento correspondiente al alargamiento a la rotura del alambre de aluminio. Para establecer la especificación y para hacer práctico, el esfuerzo en el acero se toma generalmente como alargamiento de 1% en un tramo calibrado de 25,4 cm.

**DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES:** La distancia entre conductores está regulada por dos factores, el voltaje y la flecha, a mayor voltaje mayor distancia entre conductores. No existen reglamentaciones rígidas en la aplicación de distancia entre

conductores de fase sino prácticas; así para pequeñas luces de 80 metros y voltajes de hasta 20.000 voltios la distancia entre fase se ha adoptado de 73 a 80 centímetros.

El Reglamento Español, según hemos visto para tensiones de hasta 66 KV, ha adoptado la fórmula:

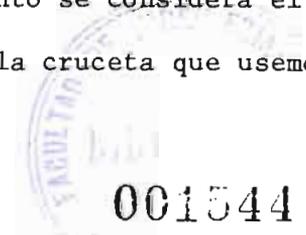
$$d = K \sqrt{\frac{V}{f}} + \frac{E}{150}$$

Para el proyecto se ha adoptado como distancia mínima entre conductores 29" = 73.66 cm con cruceta de madera centrada y volada y que en la práctica es usada por la American and Foreign Power Co., que en el Ecuador está representada por EMELEC de Guayaquil y Riobamba, según plano N° EX-B 1958 del estudio.

TIPO DE AISLADORES: Para la línea de transmisión como la línea de distribución de alta tensión se ha tomado los aisladores standarizados para tensiones de 13.8 KV de servicio permanente. Así tenemos el aislador de porcelana, tipo PIN, diámetro libre de agujero roscado para perno de rosca de plomo de una pulgada de diámetro, según FEI, NEMA, clase 55-4

También el aislador de porcelana, tipo suspensión, para tensión de servicio 13.8 KV de acuerdo con las normas NEMA, clase 52-2. Aislador de porcelana, tipo retenido, para tensores, según FEI, NEMA, clase 54-4.

ACCESORIOS PARA CONDUCTORES: Para este punto se considera el análisis de la cruceta que usamos



001544

en el proyecto, es decir la cruceta de madera, la misma que baja el costo de la línea. Actualmente en Guayaquil se está usando la madera de nato, y la madera de moral que existe en la Provincia de Esmeraldas, su costo no llega a cien sucres por unidad y tiene como característica especial de ser resistente a la humedad. Debemos tener presente que en el lugar que se va a usar como es el Cantón Riobamba y Guano estos lugares se ca racterizan por tener un clima seco y que conservarán mejor las crucetas de madera.

Pernos, ues, tuercas y arandelas están previstas en el análi sis de materiales del proyecto que se indican más adelante en los presu puestos de características apropiadas para el clima.

DISEÑO ESTRUCTURAL: Selección del tipo de las estructuras a usarse. Se ha seleccionado el tipo de postes de hormigón armado para alta tensión y de madera para distribución secundaria de acuerdo a los diseñados por el Departamento Técnico de INECCEL y que constan en el proyecto, tanto su ubicación como la dis tribución aconsejada están dados para facilitar los amarres y puentes en las esquinas de las calles.

CALCULO DE LOS ESFUERZOS: El cálculo de los esfuerzos que soportará la postería de hormigón armado y de madera, está previsto de acuerdo a normas de INECCEL, las mismas que constan en los planos y las referencias adjuntas del proyec to.

FUNDACIONES: Según el estudio realizado no es necesario hacer fundación de las bases de postes en el diseño es

tructural, por haber escogido la postería de hormigón armado.

TENSORES Y ANCLAJES: Para anclajes de los tensores se ha previsto bloques de hormigón con una varilla en forma de gancho y de hierro. Según "Redes Eléctricas", de Zopetti, puede realizarse el cálculo de la tracción admisible en el anclaje del diseño. Este recomienda tomar en cuenta el peso del tronco de piramide con un ángulo natural de las tierras de  $55^\circ$  actuando sobre la cara superior del bloque.

Para tensores siempre se considera el cable de acero galvanizado, en este caso, el de 3/8" cuya carga de rotura es de 3.150 Kg., que da una seguridad para el futuro funcionamiento.

DISEÑOS MISCELANEOS: Localización de la línea de transmisión:

Se ha tomado el estudio económico de la línea de transmisión con su demanda futura para 10 años y más que todo bajo un sentido práctico que en esta clase de trabajos se aconseja, pues ya en el capítulo anterior se ha indicado que esta línea puede considerársela no como línea de transmisión sino como con un ramal de distribución, tanto por su tensión como por su corta distancia.

El autor del presente trabajo ha recorrido todo el terreno muchas veces, a fin de analizar todas las conveniencias del trazado de esta línea, así se ha alcanzado lo deseable de una línea de transmisión, ser lo más recta sin ángulos de deflexión que aumenten su costo, en todos los casos la línea bordea las colinas, es decir si se podrían llamar colinas, pues en 80% el terreno es plano; el paso del río Guano y la quebrada de "Las Habras" son los accidentes más importantes en el proyecto, quedando

a lo largo del terreno hitos de hormigón armado y más de 500 estacas usadas en el levantamiento topográfico.

TOPOGRAFIA: El estudio topográfico fue realizado de acuerdo a lo solicitado por INECCEL; es decir, levantamiento planimétrico del trazado de la línea y el perfil, con escala horizontal 1:5.000 y Vertical 1:500.

La escala vertical se ha exagerado con respecto a la horizontal para señalar las distancias con precisión; las distancias horizontales raramente requieren de precisión mayor de 3 m., mientras que las distancias verticales deberán ser más precisas, con error menor de 30 cm. Considerando la pendiente pronunciada al llegar a Guano se ha ampliado ese sector la escala en plano aparte pudiendo observarse la línea y pendiente claramente, la escala es horizontal 1:2.000 y vertical 1:200 - Plano N°065JM.

Conociendo que la flecha máxima no será mayor de 0.60 m y los vanos son relativamente cortos, no mayor de 80 m., no será necesario construir lo que en línea de alta tensión se aconseja hacer una plantilla para el emplazamiento de las estructuras de apoyo en el perfil.

En la construcción de esta línea se requiere del derecho de paso de la línea por las varias propiedades por donde atraviesa, principalmente después de la quebrada "Las Habras" donde existe un pequeño bosque de eucaliptos, de dos años aproximadamente de retoño. El deseo de todos estos propietarios en tener pronta energía eléctrica tanto para uso doméstico de sus quintas como para riego, hará fácil el derecho de paso. Pero conviene establecer compensación para los propietarios que resultan afectados por la ocupación de sus terrenos con los postes y cruces de líneas.

MEDIOS DE COMUNICACION: La naturaleza del terreno, en su mayor parte plano ha permitido a los distintos propietarios hacer caminos que darán acceso a la construcción de la línea, más aún todo el sector es cruzado en buena parte con camino carrozable construido al borde del canal de la Caja Nacional de Riego. El tendido de líneas y parada de postes tendrá en abastecimiento de materiales todas las facilidades para su construcción. En la planimetría se hace constar los caminos más importantes. Para dar una idea más exacta se indica que con vehículo de doble transmisión puede hacerse un recorrido a lo largo del trazado de la línea.

PRESUPUESTO APROXIMADO: En el proyecto se está incluyendo un presupuesto aproximado de los costos de materiales y mano de obra, ajustado al estudio que, producirá un ahorro considerable en lo económico.

## II PARTE

CARACTERISTICAS GENERALES: Aparte de las características generales ya enunciadas anteriormente se debe indicar que Guano actualmente tiene una pequeña planta hidroeléctrica de 25 KW y dos plantas termoeléctricas con capacidad nominal de 100 y 40 KW respectivamente, que abastecen en forma menos que insuficiente a la población porque el rendimiento total no es mayor del 50%. Los pocos clientes que tienen medidores y la mayor parte de luz fija, no producen ingresos a la Ilustre Municipalidad, que es su propietaria, y solamente el servi

cio lo tienen por la noche. La red de distribución no puede considerarse como tal, pues tiene los más variados calibres de conductores, desde el N° 8 hasta el N°18 de Cu. Pequeños transformadores de 1 a 3 KVA alimentan esta red que pasa de 10 Km. de longitud.

Anteriormente existieron dos molinos de granos con plantas de generación eléctrica a diesel y de propiedad particular, hoy, ya no existen.

Se considera en el estudio la posibilidad de dar fuerza a posibles molinos y máquinas desfibradoras de cabuya, pues este producto en la actualidad se lo obtiene en forma primitiva, por descomposición orgánica.

Existe la posibilidad de que la zona frutícola de Penipe (parroquia cercana de Guano) contando con la energía eléctrica, se industrialice este producto. De la misma manera grandes extensiones de suelo árido pueden incorporarse a la producción agrícola mediante el bombeo de agua para riego, en horas de menor carga.

El desarrollo eléctrico de Guano, como podemos observar ha sido nulo debido a muchos factores, de los cuales se enumera los principales:

1. Falta de personal técnico capacitado que contribuya con asesoramiento en la planificación y financiamiento de proyectos de electrificación.
2. Desconocimiento de un plan de electrificación para la zona.
3. Recelo del Municipio en emprender con los recursos propios que posee, en programa de electrificar la región. Hoy, con magnífica iniciativa la Municipalidad ha ingresado como accio

nista de la E.E.R.S.A., y que acertadamente asesora y ejecuta la obra hidroeléctrica de ALAO, INECEL.

Todas las parroquias del cantón deberían recibir el beneficio de la electrificación mediante un plan de electrificación regional.

ANALISIS DE CARGA Y ESTUDIO DE POSIBILIDADES DE AUMENTO: Para hacer este análisis ha sido necesario efectuar una inspección detenida de toda la población, tomando toda clase de información que pueda servir para dar una orientación sobre futuras demandas. Se observa que el escaso servicio eléctrico es sólo para iluminación incandescente residencia y alumbrado público, no existen cargas por concepto de radios, planchas eléctricas, reverberos y más artefactos eléctricos. El número de clientes es el mismo desde hace muchos años, por razones ya conocidas; es decir, 330 medidores de KWH, dato del Municipio y no existe servicio de fuerza eléctrica para la industria.

Con seguridad el momento que se disponga de suficiente energía eléctrica y se cuente con nuevos sistemas de redes de distribución se producirá un aumento de carga, siempre que se desarrolle un programa sobre las ventajas del uso de energía eléctrica.

Aumentando la demanda de los clientes existentes e incorporándose otros al servicio. Por tanto inicialmente es posible que esta demanda aumentará bruscamente, por razones de elevación del nivel de vida, por la incorporación de nuevos clientes y por el aumento vegetativo de la población. Posterior a esto vendrá el crecimiento de la demanda en

una forma normal.

El crecimiento de la carga instalada se producirá por el alumbrado público, iluminación de residencias y negocios comerciales, edificios públicos y privados, por la tendencia al uso de artefactos eléctricos y por la industrialización de las artes manuales.

ESTIMACION DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA Y DETERMINACION DE LA CARGA DIVERSIFICADA PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS.- Para hacer este estudio es necesario conocer la tendencia del crecimiento de la demanda en el pasado, conocimiento de los tipos de carga y su combinación para el futuro. No existiendo ninguno de estos datos ha sido necesario hacer un reconocimiento detenido de la ciudad y así se ha tenido que dividir a la población en 14 sectores que representan a todo tipo de clientes asignando posibles cargas a conectarse. Se debe indicar que Guano tiene en su movimiento urbanístico una tendencia a crecer de E. a O. muy desordenadamente, pues actualmente la longitud de su principal calle tiene 4 Km.

Del estudio de cada sector sobre la carga a conectarse podemos calcular la demanda diversificada (coincidente) inmediata y luego la que se presentará después de 10 años, en períodos futuros.

DETERMINACION DE LA CARGA DIVERSIFICADA (coincidente): Con el análisis anterior estamos en condiciones de conocer la carga diversificada o coincidente, carga que se debe abastecer inmediatamente de entrar en servicio el sistema.

La fórmula para el cálculo será:

$$C_c = \frac{C_i \times D \times C}{\cos \varphi} + AP + P$$

$C_c$  = Carga coincidente actual en VA

$C_i$  = Carga instalada en watios

$D$  = Factor de demanda

$C$  = Factor de coincidencia

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

$AP$  = Carga por alumbrado público en VA

$P$  = Pérdidas de potencia desde el transformador hasta el cliente en VA.

En el cálculo intervienen varios factores según el tipo y magnitud de carga, número de dispositivo que componen la carga y número de cargas alimentadas por una fuente. La carga instalada será la de los valores máximos nominales de un local.

El factor de potencia depende de la naturaleza de la carga, siendo inductiva, resistiva y capacitiva y es importante su determinación en cada una de las cargas que sirven de un transformador, pero en la práctica puede decirse que resulta impracticable, pues se considera el mismo factor de potencia para todas las cargas conectadas en un sector. Zopetti, en "Redes Eléctricas de Distribución" da una guía del factor de potencia para diferentes cargas conectadas a una red.

Factor de potencia debido a aparatos inductivos, conectados a una mayor escala a la red de 0.7 a 0.8. Factor de Potencia debido a aparatos de alumbrado (especialmente incandescente) conectados a la red de 0.9 a 0.95. Factor de Potencia debido a aparatos de carga inductiva y alumbrado (especialmente fluorescente) conectadas a la red, de 0.8 a 0.85.

Se considera de manera general para todos los sectores un factor de potencia promedio de 0.85 (  $\cos \phi$  0.85)

**MAXIMA DEMANDA:** Se considera como máxima demanda el mayor valor de carga que requiere un local de cliente consumidor y es la condición más severa impuesta a un sistema. La carga instalada representa la demanda máxima que puede llegar a tener el cliente.

**FACTOR DE DEMANDA:** El factor de demanda es la relación de la máxima demanda con la carga instalada, en el mejor de los casos es igual a la unidad, pero por lo general es menor que uno debido a que el cliente nunca conecta al mismo tiempo toda la capacidad de su servicio al sistema de alimentación, primero por razones de la no necesidad y segundo, inconscientemente por economía. A mayor carga conectada y dispositivos que componen la carga menor es el factor de demanda.

A continuación varios tipos de factores de demanda que orientarán el criterio:

<u>TIPO DE CLIENTES</u>	<u>FACTOR DE DEMANDA</u>
Residencias pequeñas sin cocina eléctrica	0.5 a 0.75
Residencias grandes sin cocina eléctrica	0.4 a 0.65
Residencias con cocina eléctrica	0.35 a 0.60
Oficinas	0.6 a 0.8
Pequeñas tiendas y almacenes	0.4 a 0.6
Hoteles	0.35 a 0.6
Cines	0.6

Los factores de demanda enunciados han servido para tomar un promedio de cada posible cliente.

FACTORES DE COINCIDENCIA Y DIVERSIDAD: Para el diseño eléctrico de un sistema de distribución es muy importante el estudio de los factores de coincidencia y que viene dado por la falta de uso de coincidencia entre las varias cargas conectadas de los clientes al mismo tiempo.

Las demandas de un sector de clientes da una máxima demanda combinada sobre el sistema de alimentación y que será menor que la suma de cada una de las demandas de los clientes.

El factor de diversidad está dado por la relación de la suma de máxima demanda de cada cliente de un sector para la máxima demanda de todo el sector, el factor de diversidad no será mayor que la unidad. Conociendo las máximas demandas de cada cliente de un sector y el factor de diversidad, la demanda del sector será la suma de las demandas máximas de cada cliente dividido por el factor de diversidad.

El factor de coincidencia es el recíproco del factor de diversidad y la máxima demanda coincidente será el producto de la máxima demanda de cada cliente por el factor de coincidencia. Los factores de diversidad y coincidencia varían con relación a costumbres de cargas conectadas de cada cliente.

Para este estudio, por la naturaleza de la población se tomará para el cálculo como factor de coincidencia 0.35, según curva tomada de ELECTRIC TRANSMISSION AND DISTRIBUTION DE SKROTZKI página 401, fig. 9-5.

ILUMINACION DE CALLES: Los valores para la iluminación de calles se toma de los similares adoptados en otras poblaciones del país con iguales características. Se puede considerar a Guano dividiendo en dos sectores, el de los alrededores del Parque principal en que se encuentran: Iglesia La Matriz y Edificio Público del Municipio y el resto de la población diseminada en pequeñas construcciones a lo largo de sus 4 Km. de E a O y así se puede establecer el siguiente cuadro:

Sector	W/m de Fte. de lote	fte. medio por lote en mts.	W/lote
1	3	15	45
2	1.5	20	30

W/m = Watios por metro

W/lote = watios por lote.

Con la fórmula de la carga coincidente determinaremos esta carga, pero antes se dirá que para las pérdidas se tomará el 10% según apreciación de varios autores que la dividen en 1% pérdidas por alimentador primario, desde el primario hasta el último transformador, 2.5% pérdidas en el transformador de distribución, 3% pérdidas en el secundario del transformador hasta el último cliente y 1% de pérdidas en la acometida del cliente.

Como demostración tomaremos uno cualquiera de los sectores sea este el sector central del Parque N°C-5 (mejor conocido como Circuito: N°C-5).

$$C_c = \frac{C_i \times D \times C}{\text{Cos } \phi} + AP + P$$

$$C_i = 5.000 \text{ W carga instalada}$$

$$D = 0.5 \text{ factor de demanda}$$

$$C = 0.35 \text{ factor de coincidencia}$$

$$\text{Cos } \phi = 0.85 \text{ factor de potencia}$$

$$AP = 45 \text{ VA/lote}$$

$$P = 10\% \text{ de carga coincidente instalada}$$

$$C_c = \text{Carga coincidente.}$$

$$C_c = \frac{5.000 \times 0.5 \times 0.35}{0.85} + 45 + P$$

$$C_c = 1074.4 + 107.4$$

$$\underline{C_c = 1.182 \text{ VA}}$$

$$P = 1074.4 \times 0.10$$

$$P = 107.4 \text{ VA}$$

CALCULO DE LA CARGA PARA DESPUES DE 10 AÑOS: Debemos considerar que anualmente crecerá el número de consumidores y por tanto irá aumentando la carga en razón del crecimiento de estos consumidores. Por falta de estadísticas de la población se adoptará como índice de incremento de la demanda el 12.5% promedio anual, conociendo que el desarrollo normal debe ser de 7%, pero casos como el de Guayaquil y otros, han dado una demanda en estos últimos años de más

de 11%.

Sólo para el sector C-5 se calculará la demanda para 10 años y en lo posterior para cada uno de los otros sectores se procederá en la misma forma. La fórmula siguiente nos dará el valor que buscamos:

$$C_{ccf} = C_c (1 + i)^n$$

$C_{ccf}$  = Carga coincidente futura en Va =

$C_c$  = Carga coincidente actual en VA = 1.182

$i$  = Índice de crecimiento en % = 10%

$n$  = Número de años = 10 años

$$C_{ccf} = 1.182 (1 + 0.10)^{10}$$

$$C_{ccf} = 2.278 \text{ VA}$$

$$\underline{C_{ccf} = 2.3 \text{ KVA}}$$

Entonces, 2.3 KVA es la demanda que tendrá este sector después de 10 años como su carga coincidente futura por lote de este sector.

Calculando para el otro sector en que se ha dividido la población, tenemos:

$C_i$  = 2.000 W carga instalada

$D$  = 0.65 factor de la demanda

$C$  = 0.35 factor de coincidencia

$\cos \phi$  = 0.85 factor de potencia

AP = 30 VA/lote

$P$  = Pérdidas, 10% de la carga coincidente calculada

$C_c$  = Carga coincidente.

$$C_c = \frac{2.000 \times 0.65 \times 0.35}{0.85} + 30 + P$$

$$C_c = 535 + 30 + P ; P = 565 \times 0.10; P = 56.5$$

$$C_c = 535 + 30 + 56.5$$

$$C_c = 622 \text{ VA}$$

La carga coincidente futura será:

$$C_{ccf} = 622 (1 + 0.10)^{10}$$

$$C_{ccf} = 622 \times 2.6$$

$$\underline{C_{ccf} = 1.6 \text{ KVA}}$$

Resumen de cálculos:

		Carga coincidente
Sector		por lote
Comprende los circuitos:		
3 - 5 - 7	1 (comercial)	2.3 KVA
Comprende los circuitos:		
1-2-4-6-8-9-10-11-12-13-14	2 (no comercial)	1.6 KVA

En Guano no existe un estudio de la lotización de las diferentes manzanas y el dato que se ha tomado es aproximado y de acuerdo a los propietarios que existen 2 o 3 solares en una manzana que no hay construcción y se los dedica al cultivo ó pequeñas granjas.

El sector comercial o N°1 que comprende los circuitos 3 - 5 y 7 tiene 23 lotes.

El sector N°2 no comercial, que comprende los circuitos 1 - 2 - 4 - 6 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14, tiene 377 lotes.

Referencias plano general de Guano N°DIJM

y plano de circuitos de 01 JM a 04 JM.

Al estudio anterior tenemos que sumar la demanda proveniente de industrias, colegios, escuelas, coliseo, etc. El aumento por este concepto será la de industrialización de la artesanía y que el mejor de los casos no será mayor de 1 HP.

Inicialmente se ha previsto que puede conectarse a la red primaria 130 KVA aumentando esta capacidad de ser necesario a las horas peak con el 60% de sobrecarga que pueden soportar los transformadores de cada circuito, es decir que podrá soportar hasta 208 KVA, y de esta manera las industrias a establecerse dispondrán de suficiente energía.

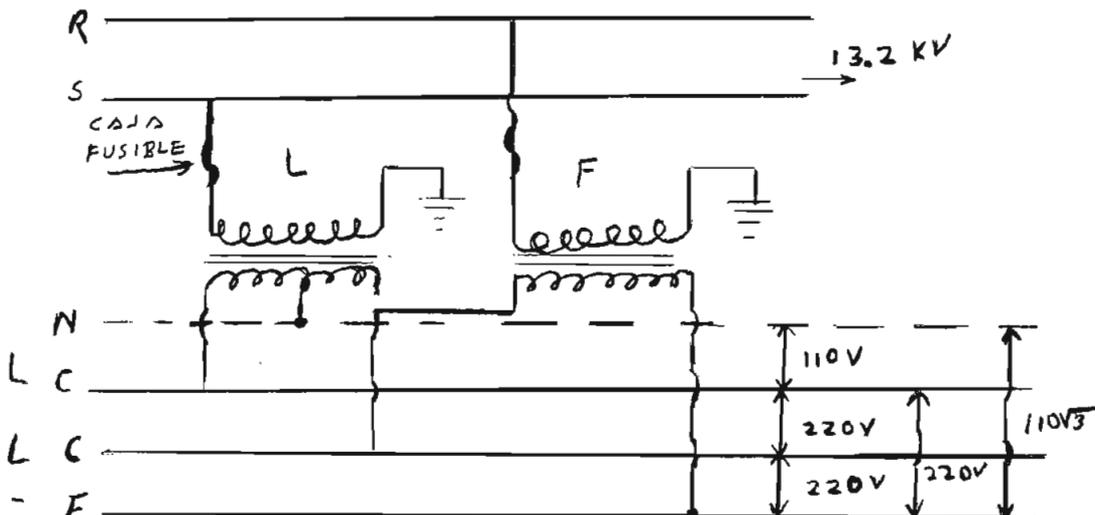
A base de la demanda obtenida se hará el correspondiente estudio del sistema de distribución. En este caso hemos adoptado el alambre N°6 int. ó desnudo para todo el sistema, y en la práctica es el mínimo calibre que debe adoptarse. Caso de ser necesario después de pocos años y resultar insuficiente en ciertos circuitos se aconseja cambiarlos a medida de las necesidades

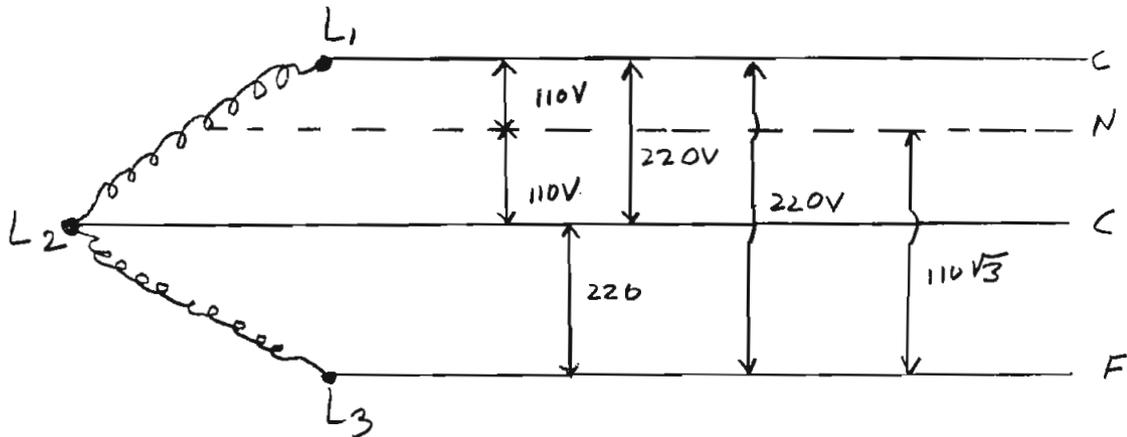
LINEA PRIMARIA PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION: Conviene hacer un análisis de este sistema en el sentido de que con la misma tensión de transmisión 13.200 V. se hace la distribución, pero tomando en cuenta que a partir de la carrera 24 de Mayo y García Moreno, lugar de llegada de la

línea de alta tensión con cable N°2 de aluminio ACSR; la distribución se hará con alambre de Cu. N° 6 AWG. De las tres fases de alta, dos se correrán hacia el este y dos al oeste de acuerdo a estudio que, consta en el plano N°02 JM.

Esto con la finalidad de ofrecer ventajas a futuros clientes industriales trifásicos y con el objeto también de facilitar el balanceamiento de cargas.

El tipo de conexión para subestaciones de uno y dos transformadores monofásicos será, en el segundo caso de delta abierta según los siguientes diagramas:





Se deja establecido que el control de esta línea se hará mediante fusibles de repetición en los arranques primarios y en cada subestación, así mismo con fusibles de acuerdo a la capacidad del transformador para sus subestaciones por cargas atmosféricas se protegerá en cada subestación con pararrayos. Cuadro de capacidad de fusibles para transformadores a emplearse:

Tanto la línea de alta tensión como la secundaria serán aéreas pues no se justifican líneas subterráneas por su elevado costo.

POSTERIA: Para la distribución de línea de alta tensión se ha seleccionado los mismos postes de hormigón armado que se usan en la línea de transmisión porque permiten mayor longitud del vano y porque disminuyen el costo. En este caso se trata de un proyecto ajustado a la práctica y a la economía de su inversión, justificando dentro del aspecto técnico el aumento o supresión de equipos, controles, líneas, postes, etc.. La distancia máxima en postes de hormigón armado que servirán de soportes a las líneas de alta tensión no será mayor de 80 m. Tanto los postes de hormigón armado para alta tensión, como los

de madera para baja tensión estarán ubicados según normas prácticas y generales en sitios que no impidan la libre circulación de vehículos y permitan fácilmente la interconexión mediante puentes, evitar flechas muy grandes, acortar acometidas de clientes, que ofrecen mejor aspecto en cuanto a estética. Equidistante de los postes de hormigón armado para alta tensión va un poste de madera, con un vano no mayor de 45 mts. para las líneas secundarias del sistema de distribución y con características según normas INECEL y que se especifican en Capítulo del presupuesto. La distancia de las líneas secundarias al suelo no debe ser menor de 6.00 m.

Los aisladores a usarse en el primario serán los mismos que se usan en la transmisión. La distancia equivalente, es la misma anteriormente prevista y que ha adoptado INECEL, aproximadamente 3 pies (transmission and distribution reference book de la Westinghouse y Lineman's Hand Book).

Como queda indicado, la cruceta a usarse será de madera de natto o moral, la distancia entre conductores 29" o 74 cm. y el largo total de la cruceta 8' o 244 cm.

Como la distribución primaria se hará con dos fases, la caída de tensión será insignificante y el circuito podrá soportar dentro de los límites de caída de tensión un crecimiento de carga suficiente hasta para más de 10 años. La caída de tensión para el Cu N°6 desnudo AWG será del 1% A al punto más distante. Para el caso de líneas trifásicas ~~de~~ se hace necesario su cálculo.

RED DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION: Se ha considerado que el sistema de distribución de Guano debe ser elástico para que permita cambios con un mínimo de costo, y se ha adoptado el sistema radial por la naturaleza del plano de la ciudad y porque trae consigo un menor costo inicial. Será fácil su montaje y servirá con eficiencia la demanda prevista.

Originalmente el sistema será monofásico de 110/220 Voltios y su tensión nominal de 120/240 voltios (trifilar) con lo que satisface completamente las necesidades de carga de los diferentes sectores, queda la posibilidad de dar servicio trifásico con dos transformadores monofásicos conectados en delta abierto para cuando la necesidad lo exija. El calibre de conductor será el N°6 Cu AWG desnudo o intemperie y dispuesto según la norma adoptada por INECEL, que puede ser con distancia entre conductores de 8" y ayudados con separadores de madera para evitar cortocircuitos. La red de Guano alcanzará 46 km. de recorrido aproximadamente. Los materiales a utilizarse en el tendido de la red serán los que en el Ecuador se encuentran standarizados para facilitar su mantenimiento.

Podemos calcular los KVAm que alcanza un conductor si consideramos una caída máxima de tensión 5% en el punto más lejano del circuito, con  $\cos \phi = 0.85$  y la separación entre conductores 8" con la tensión nominal de 120/240 V.

Según la tabla de características de conductores de cobre desnudo N°6 AWG de 97% de conductividad (Transmission and distribution Reference Book)

La resistencia  $R = 1.485 \Omega/\text{Km}$ .

$X_L =$  Reactancia inductiva  $0,3653 \Omega/\text{Km}$

$Z =$  Impedancia de un Km. de conductor

$Z_t =$  Impedancia de un Km. de línea

$I =$  Corriente en amperios

$V = 240$  voltios

$\mathcal{E} = 5\%$  caída de tensión en el extremo del circuito: 12 V.

$$I = \frac{\text{KVA}}{V \times 10^{-3}} ; I = \frac{1.000}{240 \times 10^{-3}} = 4,167 \times \text{KVA}$$

$$\cos \varphi = 0.85; \sin \varphi = 0,435; I = 4,167 \times \text{KVA}$$

$$Z = R \cos \varphi + \sin \varphi$$

$$Z_t = 2 (R \cos \varphi + X_L \sin \varphi)$$

$$Z_t = 2 \times (1.485 \times 0.85 + 0.3653 \times 0.435)$$

$$Z_t = 2.991 \Omega/\text{Km}$$

$$\mathcal{E} = I \times Z_t$$

$$\mathcal{E} = 4.167 \text{ KVA} \times 2.991 \times 10^{-3} \text{ m.}$$

$$12 = 12.463 \times 10^{-3} \text{ KVAm}$$

$$\text{KVAm} = \frac{12 \times 10^{-3}}{12.463}$$

KVAm = 962 que es la capacidad de conducción del circuito con alambre N° 6 desnudo AWG para cargas equilibradas. Razonamiento teórico ya que en la práctica las cargas por fase son desequilibradas; todo esto nos da una idea que en todo caso no sobrepasará el porcentaje de caída de tensión permitida.

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES: El cálculo de la capacidad de cada transformador es bastante complejo, pues requiere de estadísticas de cargas, sección de conductores y ubicación para los centros de carga. Para Guano no disponemos de estadísticas y aplicamos el método práctico para localidades pequeñas como esta. Por la asignación de cargas por sectores o circuitos se ha dado la capacidad del transformador que varía, según su construcción standard de 5 - 10 y 15 KVA y que por su peso pueden fácilmente ser colgados y elevados en uno de los postes de hormigón armado que se ha escogido, lo que no sucedería si se usaran transformadores mayores de 37,5 KVA. Debe observarse que la bajada de los conductores desde el transformador a las líneas del secundario se ha de hacer con un calibre mayor, el cual cubre todas las pérdidas por conexiones de hilos, para ello adoptamos los siguientes calibres:

CALIBRE DE CABLE - BAJADA DE TRANSFORMADOR A SECUNDARIO

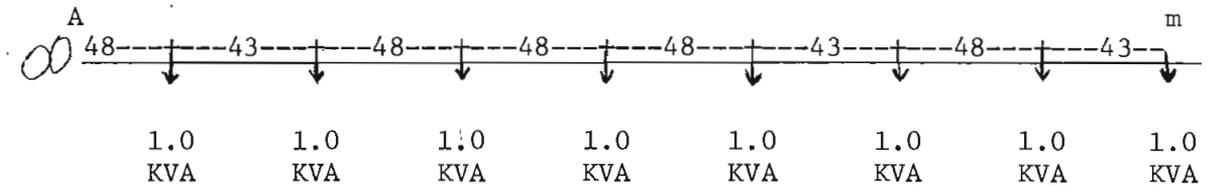
<u>CAP. TRANSFM</u>	<u>CALIBRE CABLE</u> <u>AWG Cw</u>
5 KV-A	N° 2
10 KV-A	N° 2
15 KV-A	N° 1/0

Tomaremos uno cualquiera de los circuitos y calcularemos la capacidad de él para ilustrar el criterio con que se ha realizado el cálculo de los demás transformadores.

Sea el circuito C-10 ubicado en la calle Principal al Este y con dos ramales de secundario a partir del Bco. Tr. uno hacia el Este y otro

al Oeste.

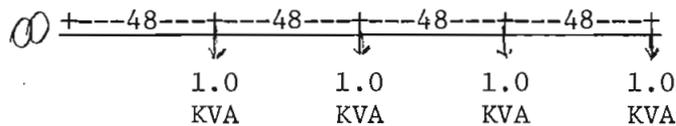
Ramal "a" dirección hacia el Este



$$\begin{aligned}
 \text{KVAm} &= 46\text{m} \times 1 \text{ KVA} + (48 + 43)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} + (48+43+48)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} + \\
 & (48 + 43 + 48 + 48) \times 1.0 \text{ KVA} + (48+43+48+48+48)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} + \\
 & (48+43+48+48+48+43)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} + (48+43+48+48+48+43+48) \times \\
 & 1.0 \text{ KVA} + (48+43+48+48+48+43+48+43) \times 1.0 \text{ KVA} \\
 & = 48+91+139+187+ (235+278+326+369)
 \end{aligned}$$

$\text{KVAm} = 1.673$  siendo la longitud del circuito 369 m. con una carga de 8 KVA

Ramal "b" dirección hacia el Oeste



$$\begin{aligned}
 \text{KVAm} &= 48+1.0 \text{ KVA} = (48+48)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} + (48+48+48)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} + \\
 & (48+48+48+48)\text{m} \times 1.0 \text{ KVA} = \\
 & = 48+96+144+192
 \end{aligned}$$

$\text{KVAm} = \underline{480}$ , siendo la longitud de 192 m. y 4 KVA de carga.

La capacidad de Tr. será la suma de las cargas de los ramales

a y b.

8 KVA + 4 KVA = 12 KVA, que es la capacidad del transformador teóricamente encontrado; en la práctica se utiliza la capacidad de sobrecarga, es decir si adoptamos el transformador de 10 KVA, tenemos que aumentarle el 60%, que es la sobrecarga que puede llevar consigo dicho transformador hasta por 5 horas y a 35°C de temperatura; para mejor ilustración tenemos la siguiente tabla:

CARGA DEL TRANSFORMADOR - 1 FASE - 110 V. 13.200/7.620			
TR KV-A	Amperaje		KVA A 60% s/c
	Normal	A 60% s/c	
5	43.5	69.5	8
7.5	6.5	10.4	12
10	87	140	16
15	130	208	24

s/c = so  
brecarga

Todos los transformadores de los 14 circuitos cuentan con una reserva en su capacidad, la misma que se aproxima al 60% de la sobrecarga permitida. Si antes de cumplirse la etapa de 10 años se llegara a cubrir la capacidad de un transformador, sólo será necesario cambiar dicho transformador por uno de mayor capacidad sin que se consideren afectadas sus redes de distribución y el transformador irá a ocupar otro sitio en el sistema.

ALUMBRADO PUBLICO: La iluminación de Guano no requiere exigencias mayores en esta primera etapa, toda vez que la población nocturna se concentra en el parque principal; el tráfico de vehículos se reduce al mínimo y su calle principal aislada-mente tiene edificaciones; de allí que se ha previsto sólo la iluminación indispensable para sus calles y plazas; iluminación que será de tipo incandescente, quedando la posibilidad para un futuro hacer el cambio con alumbrado fluorescente u otro.

El control de Alumbrado Público se hará mediante 14 células Foto eléctricas conectado a 110 V.; requiere del tendido de una línea de cobre N° 6 en el aislador interior, es decir será la cuarta línea en el brazo porta aislador.

El uso de la célula foto eléctrica es una economía notable en este caso, primero porque son pocas, segundo porque ahorra el tendido de una línea maestra y tercero porque con la obscuridad funciona automáticamente su encendido y no requiere de otro control.

El presupuesto aproximado está dado en el capítulo siguiente:

TAMAÑO DE FUSIBLES PARA TRANSFORMADORES 13.200/ 7.620 VOLTIOS		
CAP.	TR.	CAP. FUSIBLE
3	KVA	1 AMP.
5	KVA	2 AMP.
10	KVA	3 AMP.
15	KVA	6 AMP.

CAPITULO MISCELANEO

## MANTENIMIENTO DEL SERVICIO ELECTRICO EN LINEAS DE ALTA TENSION:

Se ha creído conveniente para completar el proyecto, tratar del mantenimiento del servicio eléctrico en líneas de alta tensión; para ello es necesario hacer un breve estudio de las herramientas para el mantenimiento de líneas en caliente.

Según el "Manual para el Mantenimiento de líneas en caliente" de la A.B. Chance Company, Centralia, Missouri, U.S.A., el mantenimiento de líneas en caliente comenzó cuando se usaron las primeras varas para manipular interruptores desconectivos energizados (cuchillas). A pesar de que este sistema probó que varas largas y secas podían ser equipadas con aditamentos que permitirían a los linieros trabajar con seguridad líneas calientes en otras clases de trabajo, pasaron varios años antes de que se despertara el interés en usar estas herramientas en trabajos que no fueran el antes mencionado.

Aunque el uso de las herramientas para trabajar líneas vivas está considerado como de reciente uso en la industria eléctrica, las primeras hicieron su aparición en el año de 1913 y fueron fabricadas en Wapakoneta, Ohio. Inicialmente, fueron toscas y de fabricación casera, pero dieron origen a las que ahora se usan que son mucho más acabadas y eficientes.

En el año de 1916, una pieza que fue conocida como "gancho eléctrico", fue introducida en Atlanta, Georgia, y la que esencialmente consistía en una grampa de muelle para conectar derivaciones en líneas energizadas (taps), y la cual era muy parecida a la actual grampa de muelle, hoy en desuso, por haber descubierto que dañan las líneas al perder la presión. La instalación de esta grampa requirió el empleo de una vara apropiada y así se abrió el camino para la creación y uso de otros accesorios y herramientas que fueron aplicados con éxito en otros varios trabajos de líneas energizadas.

Un crédito considerable debe dársele a aquellas personas que fueron capaces de prever que llegaría el día en que desenergizar las líneas para efectuar trabajos de mantenimiento o reparaciones, sería cada vez más problemático debido a la necesidad cada vez mayor de man tener el servicio eléctrico ininterrumpido. El uso de la electricidad se extendía cada vez más y eran mayores las aplicaciones a que se dedi caba, tanto en el comercio como en la industria y el hogar.

Los linieros fueron, quizás, el primer grupo de personas que dieron cuenta de esta necesidad y en casi todos los casos quienes con sus indicaciones propiciaron el diseño y construcción de nuevas herramien tas, haciendo posible más y más trabajos en líneas energizadas y convix tieron en una realidad la práctica actual conocida como "Mantenimiento de Líneas en Caliente".

Los primeros equipos o herramientas fueron originalmente aceptados para trabajar en líneas calientes hasta 34.000 voltios, pero algunos linieros estaban recelosos de trabajar con este voltaje. A causa de esto varias compañías limitaron los trabajos hasta un voltaje máximo de 22.000 voltios, pero a medida que los linieros fueron comprobando que el uso de las varas los mantenía siempre a distancia prudente y segura de las líneas energizadas, fueron venciendo la reserva que tenían, y poco a poco, se llegó a trabajar en líneas hasta 66.000 voltios y más tarde hasta 110.000 voltios. Hoy se trabaja con seguridad en líneas energizadas hasta 287.500 voltios. En el año de 1948, los especialistas de una compañía fabricante de este tipo de herramientas, renovaron aisladores de discos en suspensión en una línea de este último voltaje, en los Angeles, California.

Actualmente muy pocos trabajos no pueden ser efectuados en caliente y su limitación proviene, exclusivamente, del tipo de construcción anticuado que aún quedan en algunas líneas.

Varias clases de madera se usan en la fabricación de las varas para trabajar en caliente. Por su ligereza, resistencia y excelentes propiedades eléctricas, una variedad de abeto, conocido en Estados Unidos por SITKA SPRUCE, se ha convertido en la más usual de estas maderas.

Los primitivos métodos empleados en la confección de las varas consistía en pulir la madera, aplicándole después capas de parafina y su

mergiéndola en aceite de semillas de algodón. Finalmente, se le daba varias manos de barniz a base de goma laca. Posteriormente, la goma laca fue sustituida por diferentes tipos de resinas sintéticas. El peso de las varas es un factor muy importante en esta clase de trabajos, ya que la fatiga del liniero debe ser mantenida al mínimo, por consiguiente, se le ha prestado considerable atención en la construcción de éstas, de manera de obtenerlas más ligeras, fuertes y seguras. En el año 1947, la A.B. Chance Co., introdujo los accesorios metálicos de las varas fabricados con aleaciones de aluminio, reduciendo así, en lo más posible el peso de las herramientas.

Al diseñarse las herramientas, la seguridad, comodidad y bienestar del liniero es la parte que se considera más importante. La resistencia así como sus características de aislamiento son altamente vigiladas, ya que la seguridad del liniero depende casi totalmente de estos factores. Así mismo, la facilidad con que se pueden manejar las varas en las distintas operaciones a realizar sin que causen fatiga excesiva, es muy mantenida en consideración en los diseños de nuevas herramientas.

Constantemente se están revisando los equipos actuales a fin de irlos mejorando y adaptando a las necesidades del trabajo, así como se están diseñando nuevas herramientas a medida que van creando nuevos tipos de construcciones de líneas. Los diseñadores de líneas y los fabricantes de herramientas para trabajos en caliente están comenzando a

trabajar en cooperación para coordinar líneas, herrajes y herramientas que faciliten y hagan seguro el trabajo y casi todas las compañías de electricidad están reformando y adaptando sus antiguas líneas para facilitar esta clase de trabajos.

En varios lugares, se han establecido Escuelas para el entrenamiento de linieros destinados a trabajar líneas en caliente, muy pronto se llegará al punto en que desenergizar una línea de cualquier voltaje para efectuar trabajos será una excepción y no la regla, manteniéndose de esta manera la continuidad del servicio hasta el máximo.

Aparte del capítulo enunciado, es necesario para toda Empresa Eléctrica, analizar otros factores que completarán la historia y desarrollo de las herramientas para el mantenimiento de líneas en caliente; estos factores deben comprender: la fabricación y cuidado de las herramientas; apariencia y calidad; selección de la madera; secado y prueba de las herramientas; análisis de partes metálicas; cuidado y conservación; no usar nunca una vara húmeda; protección de las herramientas durante su transporte; inspección de las herramientas; precaución en el uso; reparaciones metálicas; limitaciones en el uso de herramientas y no exceder las normas de los fabricantes en el uso de las herramientas para trabajos en caliente.

Debe entrenarse un personal de cuadrillas para trabajar en líneas calientes. Así mismo se tendrá presente el esfuerzo máximo permiti-

sible a que pueden ser cometidas algunas de las principales herramientas.

### LISTA DE PLANOS

PLANO N° 01JM	Plano general de Guano
PLANO N° 02JM	Plano de distribución de alta tensión
PLANO N° 03JM	Plano de distribución de baja tensión
PLANO N° 04JM	Plano de alumbrado público
PLANO N° 05JM-A	Plano del perfil y planta de la línea de transmisión Riobamba-Guano
PLANO N° 05JM-B	Plano del perfil y planta de la línea de transmisión Riobamba - Guano
PLANO N° 06JM	Plano del perfil a menor escala. Un kilómetro (1 + 000)
PLANO N° 07JM	Plano de aprovechamiento de un ramal de alta tensión en Riobamba
PLANO N° 08JM-21JM	Plano de circuitos
PLANO N° 22JM	Diseño de conexiones eléctricas de baja tensión (1er. caso)
PLANO N° 23JM	Diseño de conexiones eléctricas de baja tensión (2do. caso)

PLANO N°02JM

MATERIAL	N°
Corta circuitos de repetición 100 Amp. 15 KV	3
Caja fusibles 100 Amp 15 KV	14
Transformadores 5 KVA monofásicos 7.600 voltios	5
Transformadores 10 KVA monofásicos 7.600 voltios	6
Transformadores 15 KVA monofásicos 7.600 voltios	3
Anclas cónicas de concreto	2
Postes hormigón armado para 13.20 KV (11.5 mts.)	55
Postes de madera para baja tensión de 9 metros en la línea de alta	49
Longitud de línea de distribución primaria (dos líneas)	10.000 mts.
Conductor de cobre N° 6 desnudo AWG	
Cruceta volada de madera 8'	60
Cruceta centrada de madera 8'	6

PLANO N° 03JM

MATERIAL	N°
Transformadores 5 KVA	5
Transformadores 10 KVA	6
Transformadores 15 KVA	3
Brazos porta-aisladores	360
Aisladores-bola	230
Postes hormigón armado	55
Postes madera	240
Corta circuitos de 100 Amp. 15 KV	14
Corta circuito de repetición 100 AMP.	3
Longitud (una línea) N° 6 INT. AWG	15.500 mts.
Anclas	30

PLANO N° 04JM

MATERIAL	N°
Transformadores 5 KVA	5
Transformadores 10 KVA	6
Transformadores 15 KVA	3

(plano N°04JM)

MATERIAL	N°
Lámparas 360 lúmenes (40 Watios)	41
Lámparas 1.200 lúmenes (100 Watios)	71
Lámparas 2.000 lúmenes (150 Watios)	14
Lámparas 2.915 lúmenes (200 Watios)	4
Interruptores cuchilla o celdas foto eléctricas	12
Postes madera baja tensión	239
Postes hormigón armado alta tensión	55
Longitud línea alumbrado público	
Cu. 1 N° 6 INT. AWG	13.000 mts.

PLANO N° 07JM

MATERIAL	N°
Bancos transformadores existentes en este ramal	18
Transformadores 5 KVA	3
Transformadores 10 KVA	4
Transformadores 15 KVA	2
Transformadores 25 KVA	8
Transformadores 37.5 KVA	2
Transformadores trifásicos (36+20+50+20=126KVA)	4 (126 KVA)

(Plano N° 07JM)

MATERIAL	N°
Postes de hierro existente (carrera España)	22
Postes de hierro existente (carrera García Moreno)	14
Postes hormigón armado que se necesitan para las calles España, Nueva York y Carabobo	37
Postes de hormigón armado que se necesitan para la carrera García Moreno	33
Postes de madera que deben ser cambiados por hormigón armado en la calle García Moreno	8
Postes hormigón armado para templador en cruce de calles	2
Anclas cónicas de concreto	6
Caja fusibles de 100 AMP 15. KV	3
Pararrayos	3
Antenas de hierro existente ( en calle España)	1
Longitud línea alta tensión sin considerar la existente (una línea)	1.800 mts.
Longitud línea alta tensión (en la calle Gar- cía Moreno (una línea))	2.400 mts.

PROYECTO LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA-GUANO

1. Longitud de la línea desde la subestación en Riobamba. (lado del Cementerio) hasta el final de la carrera Carabobo al Este. (Sin considerar la existente desde Esmeraldas a Junín Plano N°07JM) 1.800 mts.
2. Longitud de la línea considerando por el Este, en Riobamba, desde el final de la carrera Carabobo hasta García Moreno y 24 de Mayo en Guano 6.170 mts.
3. Tensión al final de la línea en Guano. 13.200 voltios
4. Potencia inicial a transmitirse 200 KW.
5. Potencia total a transmitirse en 10 años (Lôs 5 primeros años con el 15% de incremento de carga anual y los restantes con el 20%. Razón: Población esencialmente de industria de artes manuales) 1.000 KW

6.	Factor de potencia	0.8
7.	Conductores de fase	Aluminio-acero N°2 AWG
8.	Rendimiento de transmisión	95%
9.	Caída de tensión	600 voltios

PLANOS Y DETALLES

N°05JM-A	Plano de perfil y planta de la línea de transmisión Riobamba-Guano
N° 05JM-B	Plano del perfil y planta de la línea de transmisión Riobamba-Guano
N°07JM	Plano de aprovechamiento de un ramal de alta tensión existente en Riobamba.

PROYECTO DISTRIBUCION DE ALTA Y BAJA TENSION Y ALUMBRADO

PUBLICO DE GUANO

DESCRIPCION

Longitud de la línea de distribución de alta tensión (dos Líneas)	10.000 mts.
----------------------------------------------------------------------	-------------

2.	Alta tensión de distribución	13.200 voltios
3.	Conductores de fase para alta tensión	Cu. N°6 Desn. AWG
4.	Longitud de la línea de baja tensión para el servicio de distribución secundaria a 110/220 voltios monofásicos (Tres líneas)	46.000 mts.
5.	Longitud de la línea piloto para el servicio de alumbrado público a 110/ voltios (Una línea)	13.000 mts.
6.	Calibre de conductores para distribución secundaria y alumbrado público	Cu. N°6 Int. AWG
7.	Población de Guano según Censo de NOV/62	4.500 Hbts.

PLANOS Y DETALLES

N°01JM	Plano General de Guano
N°02JM	Plano de distribución de alta tensión y localización de la postería de hormigón armado y acero y ubicación de bancos transformadores (subestaciones)
N°03JM	Plano de distribución de baja tensión y localización

de la postería de madera.

- N°04JM Plano de alumbrado público
- N°06JM Plano de perfil a menor escala un kilómetro  
(1+ 000)
- N°08JM-21JM Planos secundarios de circuitos del sistema de  
la distribución radial
- N°22JM Diseño de conexión eléctrica de baja tensión  
(1er. caso).
- N°23JM Diseño de conexión eléctrica de baja tensión  
(2do. caso).

DESCRIPCION DEL TRABAJO EN LA LINEA DE TRANSMISION

RIOBAMBA-GUANO

La subestación de Riobamba ubicada al Oeste de la ciudad. (lado del Cementerio) partirá la línea de alta tensión a 13.800 voltios que dará servicio a la ciudad de Guano, mediante la siguiente descripción:

1. POSTERIA: Según plano N° 07JM, debidamente ubicados, se pararán 37 postes de hormigón armado de 11.5 mts. de alto (Normas INECEL) iniciándose por la carrera 9 de Octubre (frente a la

subestación) al sur hasta la carrera España y de allí al Este hasta encontrar la postiería de hierro del actual sistema de distribución de la ciudad, en la carrera Esmeraldas, postes de hierro que serán aprovechados conjuntamente con sus líneas de alta tensión, previo acondicionamiento, hasta la carrera Junín, de donde continuará por la misma carrera España con los postes de hormigón armado hasta la carrera Nueva York, de aquí al Norte hasta la carrera Carabobo para luego seguir por Carabobo al Este hasta encontrar al final de la calle el primer ángulo de deflexión.

2. LINEAS ALUMINIO-ACERO N°2 AWG: Por el recorrido anteriormente descrito se correrán 3 líneas de acero-aluminio N°2 AWG, datos técnicos: "ALCAN" clave "SPARROW", según normas ASTM, compuesto de 6 hilos de aluminio puro y un hilo de acero de igual sección, diámetro del conductor completo 8.01 mm, diámetro del hilo de acero 2.67 mm, resistencia a la rotura 1.265 Kg., peso 135,6 Kg/Km., resistencia ohmios/Km., 0.8507 en longitud de fabricación no menores de 1.000 metros sobre carretes de madera.

Para trabajos con este conductor es necesario considerar adicionalmente en el presupuesto empalmes de una pieza, terminales de una pieza; herramientas como compresores manuales mecánico, compresores hidráulico manual, etc., enumerados en Catálogo de Productos Eléctricos de Aluminio de ALCAN-1963.

3. CRUCETAS: En los postes numerados:(3), (23) y (30) del plano 07JM se colocarán crucetas dobles de madera para ángulos de 90° y en el resto crucetas voladas cuyo diseño será de acuerdo a Normas del Departamento Técnico de INECCEL.

4. ANCLAS: Se colocarán anclas para los postes (3) - (23) y (30) En los postes de hierro de la carrera España se hará la conversión 4.160 voltios que actualmente sirven a 13.8 KV, para ello se cambiarán las crucetas existentes por crucetas voladas de 8', lo mismo que aisladores por los de tipo PIN.

El plano N° 07JM también tiene un trazo de líneas de alta tensión por la carrera García Moreno para en un futuro independizar el sistema de alimentación a Guano.

5. POSTES DE HORMIGON ARMADO: En los planos números 05JM-A y B se numeran del (1) al (90) y debidamente ubicados los postes de hormigón armado de 11.5 mts. de alto que se pararán hasta el centro de la población de Guano en las calles García Moreno y 24 de Mayo. Así mismo consta que los vanos no tienen una luz mayor de 80 mts.

6. CRUCETAS: En los mismos planos 05JM-A y B, en los postes números (1), (27), (57) y (79) se colocarán crucetas dobles de ma-

derecha (madera de moral o nato) para ángulos menores de  $30^\circ$  y en el poste N° (90) se colocará una cruceta doble de madera para ángulo de  $90^\circ$ . En el resto de postes se colocarán crucetas centradas de madera.

7. ACERO-ALUMINIO N° 2 AWG: Desde el poste (1) al (90) se correrán tres líneas de acero-aluminio N° 2 AWG. de características del numeral segundo.

8. PROTECCION DE LINEAS: En el poste (1) se instalará cortacircuito de 100 AMP. de 15 KV., en cada una de sus fases.

Para la protección de sobrecargas atmosféricas se instalarán en los postes (1), (27), (57), (79) y (90) pararrayos en cada una de sus fases de acuerdo a las indicaciones en las listas 01, 02, 03, y 04.

9. TENSORES Y ANCLAJES: Se colocarán anclas y tensores de acuerdo a las listas 01, 02, 03, y 04, en los postes números (1), (27), (47), (57), (78), (79), (80), (81), (82), (83), (84), (85), (86), (87), (88) y (90).

DESCRIPCION DEL TRABAJO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION  
Y ALUMBRADO PUBLICO DE  
GUANO

En la distribución de líneas de alta tensión de 13.200 voltios y baja tensión de 220/110 voltios monofásicos se ha considerado postes de hormigón armado de 11.5 metros de alto para el primero y postes de madera de eucaliptus de 9 metros de alto para el segundo. Para la ubicación de postes se considera el Sistema Universal de Ordenamiento, utilizando las esquinas de las manzanas para facilitar los puentes de circuitos en la distribución secundaria.

1. LUCES: Para la red secundaria se utilizarán como queda indicado postes de madera de eucaliptus con una luz que varía de 40 a 50 metros. En la distribución primaria los vanos tienen una luz de 80 metros, excepción de dos luces de 84 metros.
2. POSTERIA: Según planos números 02JM y 03JM se pararán 55 postes de hormigón armado de 11.5 metros de alto de acuerdo a diseño y especificaciones del Departamento Técnico de INECCEL. Por García Moreno al Este desde 10 de Agosto hasta la Capilla Santa Teresita en el camino que conduce al Balneario de los Elenes. Se correrán dos líneas de cobre N° 6 desnudo. También dos

líneas de cobre N° 2 desnudo por 10 de Agosto al norte hasta la calle Mejía y por Mejía al Oeste hasta la calle Colón. Nuevamente al Norte y al Sur por la calle Colón una línea de cobre N° 6 desnudo al igual que la calle Sin Nombre de la Plaza Gonzalez Suárez y parte de la Calle Mejía al Oeste.

En la red primaria de distribución se instalará 14 transformadores monofásicos (7.600 voltios) de capacidades: 5, 10 y 15 KVA. indicado en los planos antedichos y con sus respectivas protecciones de cajas fusibles y pararrayos.

Para la red secundaria se pararán 240 postes de madera de eucaliptus de 9 metros de alto debidamente ubicados en los planos respectivos.

3. PROTECCION EN LOS POSTES DE MADERA: Los postes de madera de eucaliptus llevarán una grasa protectora contra la corrosión de la madera. Esta grasa viene en vendajes que se los denomina: "Vendajes K-BAN" o "Ground line treatment bandaje" manufactured by FORESTRY ENTERPRISES, INC. , 484 Drake Street, St. Paul 2 MINI.

La composición química es a base de Pentacloro-fenol y más compuestos de clorofenol. Es venenoso.

A continuación varias indicaciones del cuidado que se debe tener sobre su manejo y la forma de usarlo:

PRECAUCION: Dañino si se traga o absorbe a través de la piel, si se traga, produzca vómito administrando un vomitivo. Lame al doctor. No se lo aplique a los ojos o a la ropa. Para removerlo de la piel, lávese con mucho jabón y agua tibia.

Manténgalo lejos de los víveres, perro y ganado en general.

Evite la excesiva inhalación de los vapores. Inflamable, manténgalo lejos del fuego o llama.

DIRECCIONES: 1) Cabar 18 pulgadas alrededor del poste y hacer el hueco lo suficientemente grande para colocar la engrampadora en la base del hueco.

2) Limpiar la superficie del poste con una brocha de acero removiendo toda suciedad o podredumbre.

3) Inspeccionar las condiciones en que se encuentre el poste.

4) Abrir el paquete de K-BAN, envolver la venda K-BAN alrededor de la base del terreno. Mover dos o tres pulgadas hacia adelante y hacia atrás para aplicar la grasa en las rajaduras. Use una engrampadora de mano para facilitar el vendaje y el ajuste.\*

Sobreponer las terminaciones de la K-BAN para asegurar el cubrimiento completo con grasa preservativa. Engrámpele o clávela.

5) Cubrir el hueco y apisonar la tierra sólidamente.

6) No apile la tierra sobre la superficie de la K-BAN que sobresale.

Recomendado también para tratamiento de línea de tierra.

Aumenta años de vida a los postes y estacas controlando los organismos dañinos a la madera.

Para el servicio secundario monofásico de 110/220 se correrán según plano N° 03JM, 3 líneas de cobre N° 6 Intemperie AWG., formando 14 circuitos de distribución y utilizando para ello tanto los postes de madera como los postes de hormigón armado.

4. LINEAS SECUNDARIAS: La instalación de las líneas secundarias será en el siguiente orden: de arriba hacia abajo: línea de neutro, primera línea de corriente, segunda línea de corriente y cuarta línea de alumbrado público.

5. ALUMBRADO PUBLICO: Para el sistema de alumbrado público se ha dividido la población en 12 sectores según los circuitos de distribución secundaria, sistema que estará controlado para su encendido y apagado mediante interruptores de cuchilla o celdas foto eléctricas ( la decisión lo tomará el Departamento Técnico de INECEL) conectados a 110 voltios.

Se colocarán 130 pantallas para el alumbrado de la ciudad y en ellas se conectarán 41 lámparas de 360 lúmenes (40 Watios), 71 lámparas de 1.200 lúmenes (100 Watios), 14 lámparas de 2.000 lúmenes (150 Watios), 4 lámparas de 2.915 lúmenes (200 Watios) y 12 interruptores de cuchilla o celdas foto eléctricas con capacidad de 12 AMP. para el alumbrado público ver plano N° 04JM.

LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA-GUANOPLANO N° 05 JM + A y BLISTA DE POSTES DE HORMIGON ARMADO, ANCLAS, CRUCETAS Y FUSIBLES  
DE REPETICION

POSTE N°	ANGULO AZ.	LUZ Mts.	LUZ ACUMULADA	TIPO POSTE	ANCLA CONICA	TENSORES	CRUCETA CENTRADA	CORTACIR CUITO
1	185°05'	0 38.33	0	H.A.	2	2	Doble	3
2		80	38.33				1	
3		80	118.33				1	
4		80	198.33				1	
5		80	278.33				1	
6		80	358.33				1	
7		80	438.33				1	
8		80	518.33				1	
9		80	548.33				1	
10		80	678.33				1	
11		80	758.33				1	
12		80	838.33				1	
13		80	918.33				1	
14		80	998.33				1	

POSTE N°	ANGULO AZ.	LUZ Mts.	LUZ ACUMULADA	TIPO POSTE	ANCLA CONICA	TENSORES	CRUCETA CENTRADA	CORTOCIR CUILO
		80						
15	185°05'		1078.33	H.A.			1	
		80						
16			1158.33				1	
		80						
17			1238.33				1	
		80						
18			1318.33				1	
		80						
19			1398.33				1	
		80						
20			1478.33				1	
		80						
21			1558.33				1	
		80						
22			1638.33				1	
		80						
23			1718.33				1	
		80						
24			1798.33				1	
		80						
25			1878.33				1	
		80						
26			1958.33				1	
		80						
27			2038.33		2	2	Doble	
		80						
28			2118.33				1	
		80						
29			2198.33				1	
		80						
30			2278.33				1	
		80						
31			2358.33				1	
		80						
32			2438.33				1	
		30						
33			2468.33				1	
		48.76						
34			2517.09				1	

POSTE N°	ANGULO AZ.	LUZ Mts.	LUZ ACUMULADA	TIPO POSTE	ANCLA CONICA	TENSORES	CRUCETA CENTRADA	CORTACIR CUI TO.
		80						
35			2597.09				1	
		80						
36			2677.09				1	
		80						
37			2757.09				1	
		70						
38			2827.09				1	
		45						
39			2872.09				1	
		30						
40			2902.09				1	
		50						
41			2952.09				1	
		70						
42			3022.09				1	
		75						
43			3097.09				1	
		75						
44			3172.09				1	
		55						
45			3227.09				1	
		23.76						
46			3250.85				1	
		17						
47			3267.85			2	1	
		78						
48			3345.85				1	
		75						
49			3420.85				1	
		80						
50			3500.85				1	
		70						
51			3570.85				1	
		75						
52			3645.85				1	
		80						
53			3725.85				1	
		75						
54			3800.85				1	

POSTE N°	ANGULO AZ.	LUZ Mts.	LUZ ACUMULADA	TIPO POSTE	ANCLA CONICA	TENSORES	CRUCETA CENTRADA	CORTACIR CUITO.
55	185°05'	65	3865.85	H.A.	2	2	1	
56		80	3945.85				1	
57		80	4025.85				Doble	
58		80	4105.85				1	
59		69.96	4175.81				1	
60		60	4235.81				1	
61		80	4315.81				1	
62		70	4385.81				1	
63		80	4465.81				1	
64		80	4545.81				1	
65		75	4620.81				1	
66		75	4695.81				1	
67		80	4775.81				1	
68		65	4840.81				1	
69		65	4905.81				1	
70		75	4980.81				1	
71		65	5045.81				1	
72		54	5099.81				1	
73		80	5179.81				1	

POSTE N°	ANGULO AZ.	LUZ Mts.	LUZ ACUMULADA	TIPO POSTE	ANCLA CONICA	TENSORES	CRUCETA CENTRADA	CORTACIR CUITO.
74	185°05'	80	5259.81	H.A.	2	2	1	
75		80	5339.81				1	
76		80	5419.81				1	
77		80	5499.81				1	
78		78	5577.81			2	1	
79	173°40'	19.34	5597.15		2	2	Doble	
80		47.38	5644.53			2	1	
81		68	5712.53			2	1	
82		31	5743.53			2	1	
83		42	5785.53			2	1	
84		52	5837.53			2	1	
85		46	5877.53			2	1	
86		75	5952.53			2	1	
87		72	6024.53			2	1	
88		52	6076.53			2	Doble	
89	178°50'	46.63	6123.16					
90		46.63	6169.79		1		Doble Terminal	3

## LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA-GUANO

## PLANO N° 05 JM - A y B

LISTA DE POSTES DE HORMIGON ARMADO, ANCLAS, CRUCETAS Y FUSIBLES  
DE REPETICIONREFERENCIA

Postes de hormigón armado de 11.5 metros.- Ref. Diseño normas INECEL.- Julio, 1964.- Carga de rotura a 30 centímetros de la punta 515 kilogramos.

- 1) Cruceta centrada de madera de nato o moral. Ref.: Diseño normas INECEL (estructura tangente) 250 - 32 - 002 - C05  
Este tipo de cruceta requiere modificaciones para el caso de usar collares.
- 2) Cruceta doble para postes números 1, 79 y 88.- Ref. diseño normas INECEL: 250 - 32 - 002 - C07
- 3) Cruceta doble para postes números 27 y 57.- Ref. Diseño normas INECEL: 250 - 32 - 002 - C06
- 4) Cruceta centrada doble para terminal para poste Número 90.- Ref.- Diseño normas INECEL: 250 - 32 - 002 - C10.

LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA-GUANO.- CONSIDERANDO PRIMERO EL CRUCE  
DE LA LINEA EN LA CIUDAD Y LUEGO DESDE LA SALIDA HASTA GUANO EN LA CA  
LLE GARCIA MORENO Y 24 DE MAYO

POSTES: Hormigón armado de 11.5  
mts.- Normas INECEL

Postes de concreto de 11.5 mts.

(h.a.)	39 c/u	950,00	37.050,00
Anclas cónicas de concreto	15 c/u	60,00	900,00
			<u>S/.37.950,00</u>
	Almacén & Inventario	8%	3.036,00
			<u>40.986,00</u>
	Imprevistos	5%	2.049,30
			<u>43.035,30</u>

OBRA DE MANO

Parada de postes	39 c/u	160,00	6.240,00
Colocada de ancla	15 c/u	50,00	750,00
Supervisión	15 DIA	300,00	4.500,00
Camión	15 DIA	150,00	1.250,00
			<u>12.740,00</u>
			S/.55.775,30 (1°)

MATERIALES ELECTRICOS PARA  
ALTA TENSION PLANO N°07JM

Cable de aluminio acero N° 2 Desn. AWG	5.500 M.	4,20	23.100,00
Hilo de amarre de Cu. reco cido de 120 cm.	250 c/u	5,00	1.250,00
Cable galvanizado de 5/8"	200 M.	12,00	2.400,00
Aisladores de copa tipo PIN (Victor N°9)	150 c/u	30,00	4.500,00
Pines para aisladores de copa	150 c/u	10,00	1.500,00
Aislador de disco (tensión) 6"	48 c/u	40,00	1.920,00
			<u>PASAN....S/.35.670,00</u>

		VIENEN ....S/.	35.670,00
"U" galvanizada de 5/8 x 6 1/2	52 c/u	30,00	1.560,00
Grapa terminal	16 c/u	15,00	240,00
Collares dobles de 8 1/2"	52 c/u	30,00	1.560,00
Perno de ojo 5/8 x 8"	15 c/u	10,00	150,00
Cruceta madera volada 8'	58 c/u	100,00	5.800,00
Cruceta madera centrada doble	16 c/u	200,00	3.200,00
Angulo galv. 2 x 2 x 3/16"			
(Brazo soporte)	600 Kg.	6,00	3.600,00
Misceláneos			10.000,00
			<u>S/.60.780,00</u>
	Almacén & Inventario 8%		4.862,40
			<u>65.642,40</u>
	Imprevistos 5%		2.785,15
			<u>68.427,55</u>
OBRA DE MANO			
Cuadrilla 8 hombres	30 DIA	480,00	14.400,00
Supervisión	30 DIA	300,00	9.000,00
Camión	30 DIA	150,00	4.500,00
			<u>27.900,00</u>
			<u>S/.96.327,55 (2°)</u>
LINEA TRANSMISION PLANO N°			
05JM - A y B			
Cable acero N°2 Desn. AWG	19.500 M.	4,20	81.900,00
Hilo de amarre de Cu. recocido de 120 cm.	600 c/u	5,00	3.000,00
Cable galvanizado de 5/8"	500 M.	12,00	6.000,00
Aisladores de copa tipo PIN (Victor N°9)	300 c/u	30,00	9.000,00
Pines para aisladores de copa	300 c/u	10,00	3.000,00
Aislador de disco (Tensión) 6"	50 c/u	40,00	2.000,00
"U" Galvanizada de 5/8 x 6 1/2"	98 c/u	30,00	2.940,00
Cruceta madera centrada	88 c/u	100,00	8.800,00
Cruceta madera centrada doble	4 c/u	200,00	800,00
Collares dobles 8 1/2"	92 c/u	30,00	2.760,00
Grapa terminal	10 c/u	15,00	150,00
Perno de ojo	10 c/u	10,00	100,00
Angulo galv. 2 x 2 x 3/16"			
(Brazo soporte)	740 Kg.	6,00	4.440,00
Misceláneos			5.000,00
			<u>S/.129.890,00</u>

VIENEN..... S/. 129.890,00

Almacén & Inventario 8%	<u>10.391,20</u>
	140.281,20
Imprevistos 5%	<u>7.014,06</u>
	S/. 147.295,26

## OBRA DE MANO

3 Cuadrillas 8 hombres	90 DIA	1.440,00	129.600,00
Supervisión	90 DIA	300,00	27.000,00
Camión	90 DIA	150,00	<u>13.500,00</u>
			S/. 170.100,00
			S/. 317.395,26 (3°)

CORTACIRCUITOS 100 AMP 15 KV	3 c/u	500,00	1.500,00
Pararrayos 15 KV	24 c/u	550,00	13.200,00
Misceláneos			<u>1.000,00</u>
			S/. 15.700,00
Almacén & Imprevistos 8%			<u>1.256,00</u>
			16.956,00
Imprevistos 5%			<u>847,80</u>
			S/. 17.803,80

## OBRA DE MANO

Cuadrilla 8 hombres	7 DIA	480,00	3.360,00
Supervisión	7 DIA	300,00	2.100,00
Camión	7 DIA	150,00	<u>1.050,00</u>
			S/. 6.510,00
			<u>24.313,80</u> (4°)
			493.811,91
Recargo 4%			<u>15.752,48</u>
			509.564,39
Dirección Técnica 20%			<u>101.912,88</u>
			S/. 611.477,27

SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA, SECUNDARIA MONOFASICA 220/110  
VOLTIOS PARA LA CIUDAD DE GUANO

POSTES.- Para alta tensión  
de hormigón arma-  
do de 11.5 metros y para  
baja tensión de madera de  
9.00 metros

Postes de h.a. de 11.5 mts	55 c/u	950,00	52.250,00
Postes de madera de 9.0 mts.	240 c/u	200,00	48.000,00
Vendajes K-BAN para postes de madera	240 c/u	70,00	16.800,00
Anclas cónicas de concreto	30 c/u	60,00	1.800,00
Misceláneos			1.000,00
			<u>S/.119.850,00</u>
Almacén & Inventario 8%			9.588,00
			<u>129.438,00</u>
Imprevistos 5%			6.471,90
			<u>S/.135.909,90</u>

OBRA DE MANO

Parada de poste	295 c/u	160,00	47.200,00
Colocada de anclas	30 c/u	50,00	1.500,00
Supervisión	30 DIA	300,00	9.000,00
Camión	30 DIA	150,00	4.500,00
			<u>S/. 62.200,00</u>
			S/.198.109,90 (1°)

MATERIALES ELECTRICOS PARA  
ALTA Y BAJA TENSION

Cruceta madera voladas de 8'	60 c/u	100,00	6.000,00
Cruceta centrada doble de madera	3 c/u	200,00	600,00
Aislador de copa tipo PIN (Victor N°9)	150 c/u	30,00	4.500,00
Pines para aislador de copa	150 c/u	10,00	1.500,00
Aislador de disco (tension) 6"	20 c/u	40,00	800,00
Collares dobles 8 1/2"	66 c/u	30,00	1.980,00
Perno de ojo 5/8 x 8"	12 c/u	10,00	120,00
			<u>S/. 15.500,00</u>

VIENEN.....15.500,00

"U" galvanizada de 5/8 x 6 1/2"	70 c/u	30,00	2.100,00
Grapa terminal	10 c/u	15,00	150,00
Ganchos galvanizados	10 c/u	15,00	150,00
Angulo galv. 2 x 2 x 3/16" (Brazo soporte)	510 Kg.	6,00	3.060,00
Misceláneos			<u>5.000,00</u>
			S/. 25.960,00
Almacén & Inventario 8%			<u>2.596,00</u>
			28.556,00
Imprevistos 5%			<u>1.427,80</u>
			S/. 29.938,80

## OBRA DE MANO

Cuadrilla 8 hombres	30 DIA	480,00	14.400,00
Supervisión	30 DIA	300,00	9.000,00
Camión	30 DIA	150,00	<u>4.500,00</u>
			S/. 27.900,00
			S/. 57.883,80 (2°)

Alambre N°6 Desn.AWG (10.000 mts.)	1.200 Kg.	15,00	18.000,00
Alambre N°6 Neop.INT AWG (46.000 mts)	7.400 Kg.	18,00	133.200,00
Alambre N°6 Neop. INT (13.000 mts)	1.950 Kg.	18,00	35.100,00
Cable N°4 Neop.INT (1.000 mts.)	232 Kg.	16,00	3.712,00
Cable N°2 Neop.INT 600V. (120 Mts.)	237 Kg.	27,00	6.399,00
Cable galvanizado 5/8"	500 M.	12,00	6.000,00
Aisladores Johnny Ball pequeños	230 c/u	6,00	1.380,00
Aisladores de garucha	1.440 c/u	4,00	5.760,00
Brazos porta aisladores 7 espacios	360 c/u	61,00	21.960,00
Collares dobles 8 1/2"	720 c/u	30,00	21.600,00
Cinta aislante	50 Rollos	6,00	300,00
Misceláneos			<u>2.000,00</u>
			S/. 255.411,00

	VIENEN...	255.411,00	
Almacén & Inventario 8%		<u>20.432,88</u>	
		S/. 275.843,88	
Imprevistos 5%		<u>13.792,19</u>	
		S/. 289.636,07	

## OBRA DE MANO

3 cuadrilla 8 hombres	30 DIA	1.440,00	43.200,00
Supervisión	30 DIA	300,00	9.000,00
Camión	30 DIA	150,00	<u>4.500,00</u>
			S/. 56.700,00
			346.336,07 (3°)

## Cortacircuito de repetición

100 Amp. 15 KV	3 c/u	2.100,00	6.300,00
Cortacircuito de 100 AMP 15 KV	14 c/u	500,00	7.000,00
Pararrayo	17 c/u	550,00	9.350,00
Barra a tierra 5/8 x 8'	16 c/u	60,00	960,00
Grampas Kearny	16 c/u	40,00	640,00
Collares especiales para transformadores	28 c/u	950,00	26.600,00
Transformadores 5 KVA 7.600 voltios	5 c/u	2.700,00	13.500,00
Transformadores 10 KVA 7.600 voltios	6 c/u	3.700,00	22.200,00
Transformadores 15 KVA 7.600 voltios	3 c/u	4.800,00	14.400,00
Fusible de 13.2 KV. 5 Amp.	10 c/u	15,00	150,00
Fusible de 13.2 KV. 10 Amp.	10 c/u	15,00	150,00
Fusible de 13.2 KV. 15 Amp.	10 c/u	15,00	150,00
Fusible de 13.2 KV. 25 Amp.	10 c/u	15,00	150,00
Misceleneos			<u>5.000,00</u>

Almacén &amp; Inventario 8%

Imprevistos 5%

S/. 106.553,00
<u>3.524,00</u>
115.074,00
<u>5.735,70</u>
S/. 120.827,70

## OBRA DE MANO

3 cuadrilla 8 hombres	30 DIA	480,00	14.400,00
Supervisión	30 DIA	300,00	9.000,00
Camión	30 DIA	150,00	<u>4.500,00</u>
			27.900,00
			S/. 148.727,70 (4°)

VIENEN... 148.727,70

## MATERIALES Y OBRAS

Instalación de hidromedidores	130 c/u	70,00	9.100,00
Caídas fijas eléctricas	12 c/u	700,00	8.400,00
Interruptores de cuchilla 30 AMP.	12 c/u	25,00	300,00
Misceláneos			<u>1.000,00</u>
			S/. 18.800,00
Almacén & Inventario 8%			<u>1.504,00</u>
			20.304,00
Imprevistos 5%			<u>1.015,20</u>
			21.319,20

## OBRA DE MANO

Cuadrilla 8 hombres	15 DIA	480,00	7.200,00
Supervisión	15 DIA	300,00	4.500,00
Camión	15 DIA	150,00	2.250,00
			<u>S/. 13.950,00</u>

S/. 35.269,20 (5°)

686.326,67

Recargo 4%

27.453,07

713.779,74

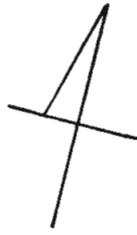
Dirección Técnica 20%

142.755,95S/. 856,055,69  
=====

SISTEMAS DE ALIMENTACION PARA  
SERVICIO ELECTRICO DE LA CIU-  
DAD DE GUANO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Línea de transmisión desde la subestación en Riobamba hasta Guano	S/. 611.477,27
Sistema de distribución Primaria y Secundaria de Guano	S/. 856.055,69
T O T A L	1'467.532,96
Estudio y Proyecto	65.000,00
G R A N T O T A L	S/. 1'532.532,96 =====



10 DE AGOSTO

OCTUBRE

MAYO

CHILE

MEJIA

9 DE

24 DE

3#6

3#6

GARCIA MORENO

3#6

3#6 INT.

3#6

RALDAS

3#6

DUQUE

DE

USEDA

3#6

ESME-

CHA

LOJA

BORAZO

PICHIN-

CHIM-

PLANO Nº 08JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº C-1

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: GARCIA MORENO Y 24 DE MAYO

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 116v

PRUEBA

O.D. | C.D. | 3.Ph

Monofásico 110/220

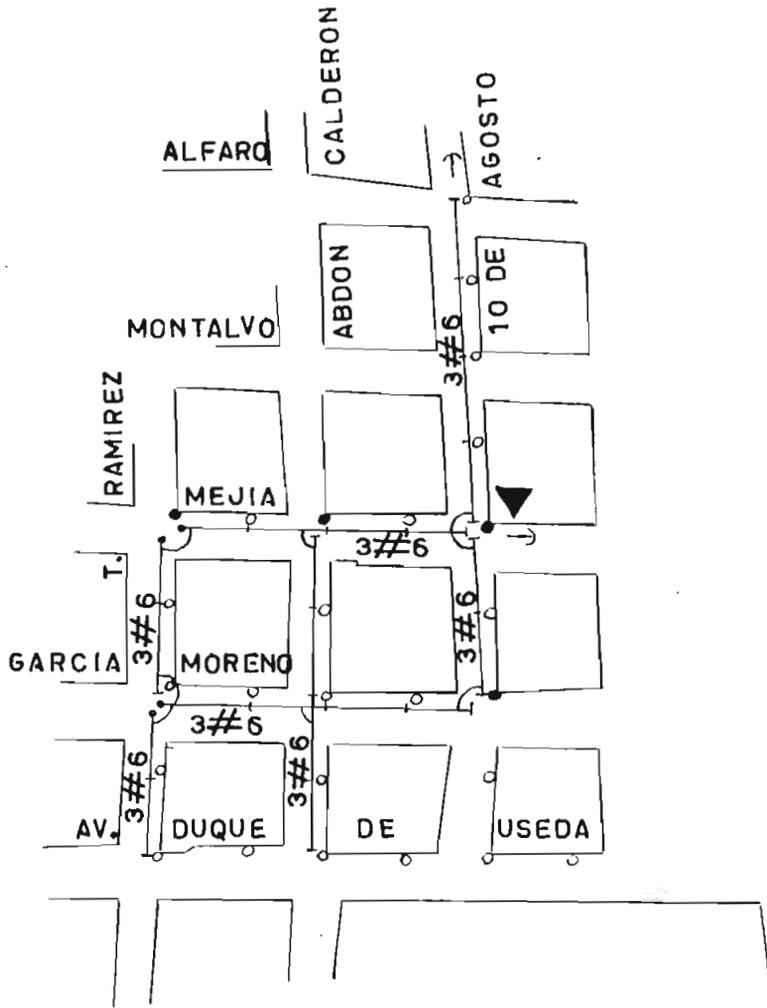
x

Fucha

10

Trifásico 220

4



PLANO N° 09JM

ESCALA 1:4.800

CIRCUITO SECUNDARIO No

C-2

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION:

MEJIA Y 10 DE AGOSTO

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

TRAFOS

10

O.D. C.D. 3Pa

Monofásico 110/220

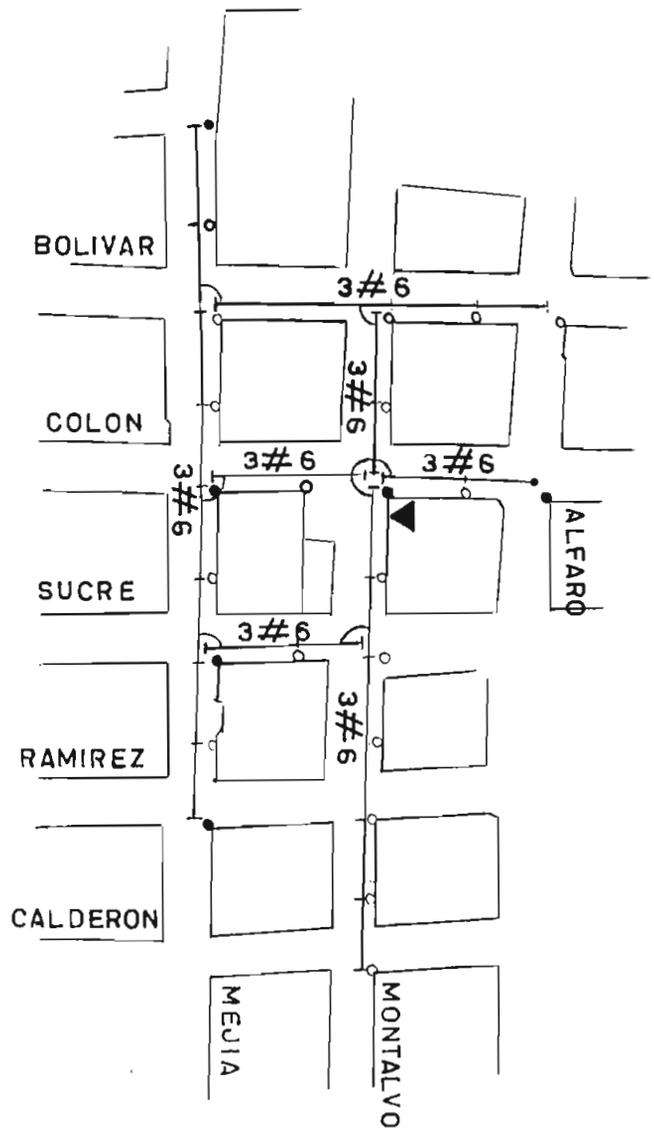
X

Fecha

T trifásico 220

1970

+



PLANO Nº 10JM

CIRCUITO SECUNDARIO Nº C-3

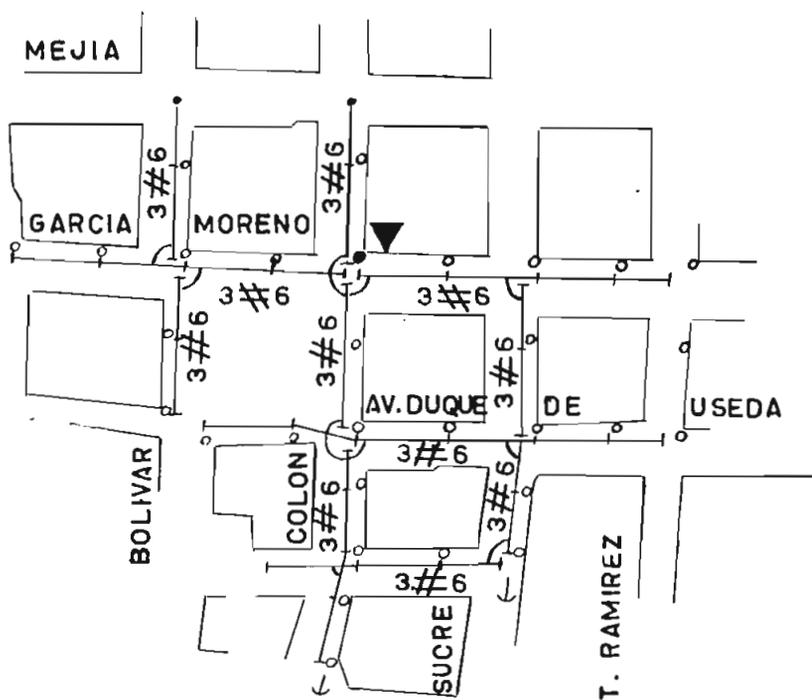
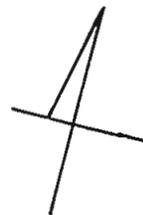
NÚM. TRANS. 1

LOCALIZACION:

MONTALVO Y COLON

EMPRESA ELECTRICA

ESCALA 1 : 4.800



PLANO Nº 12JM

ESCALA 1:4,800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº C - 5

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS.

LOCALIZACION: GARCIA MORENO Y COLON

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

PIVOTEA

15

O.D. C.D. 3PB

Monofásico 110/220

x

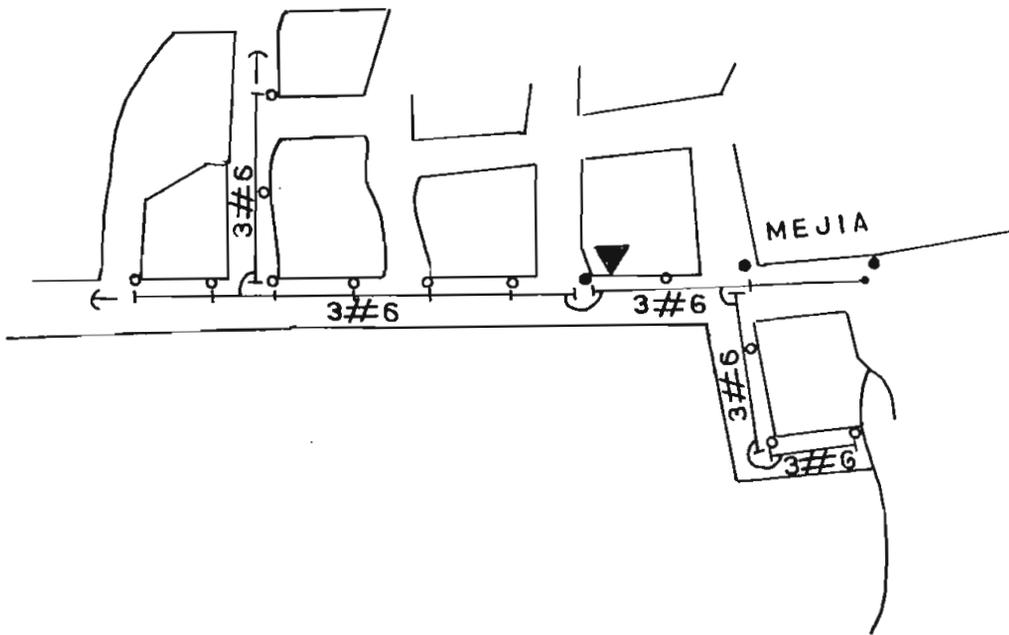
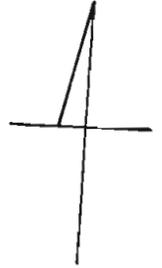
x

Fecha

Nº

Nota

T trifásico 220



PLANO Nº 13JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº C-6

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: MEJIA AL OESTE

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

PRUEBA

5

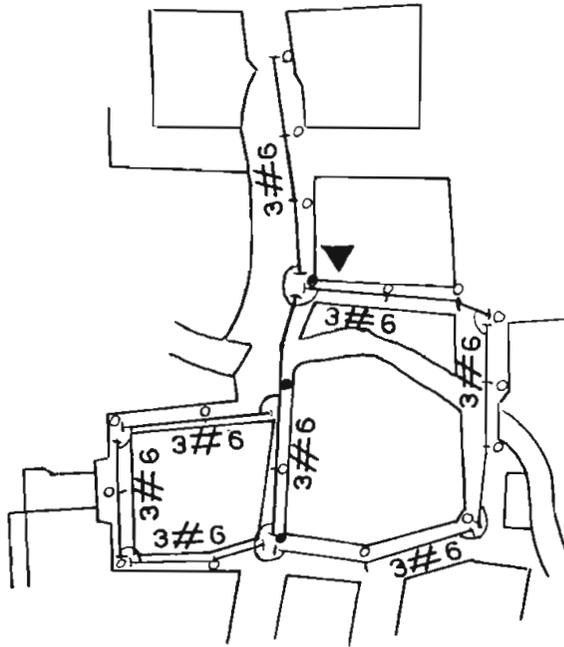
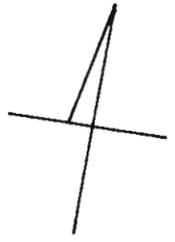
O.D. C.D. 3.Ph

Monofásico 110/220

x

Ficha

Trifásico 220



PLANO Nº 14 JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº

C-7

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: CERCA DE PLAZA GONZALEZ SUAREZ

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

PTD 011

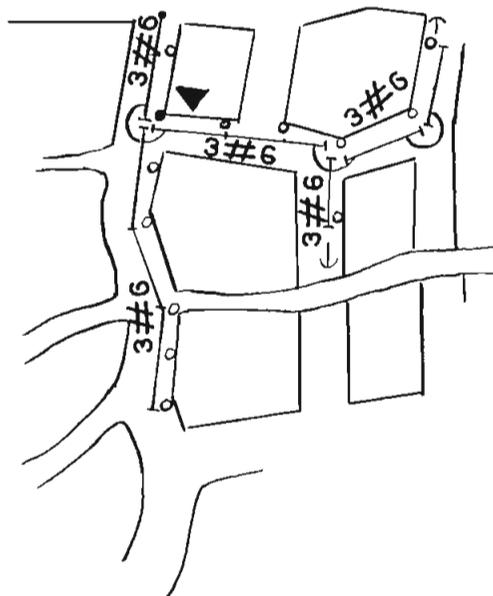
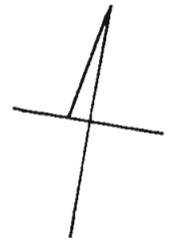
10

O.D. C.D. 3Pa

Monofásico 110/220

x

Trifásico 220



PLANO Nº 15JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº

C-8

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: PARROQUIA EL ROSARIO

CAP. C.M. KV-A

CONEXION:

Manoñón 110v

PROYECTO

10

O.D. C.D. 3Ph

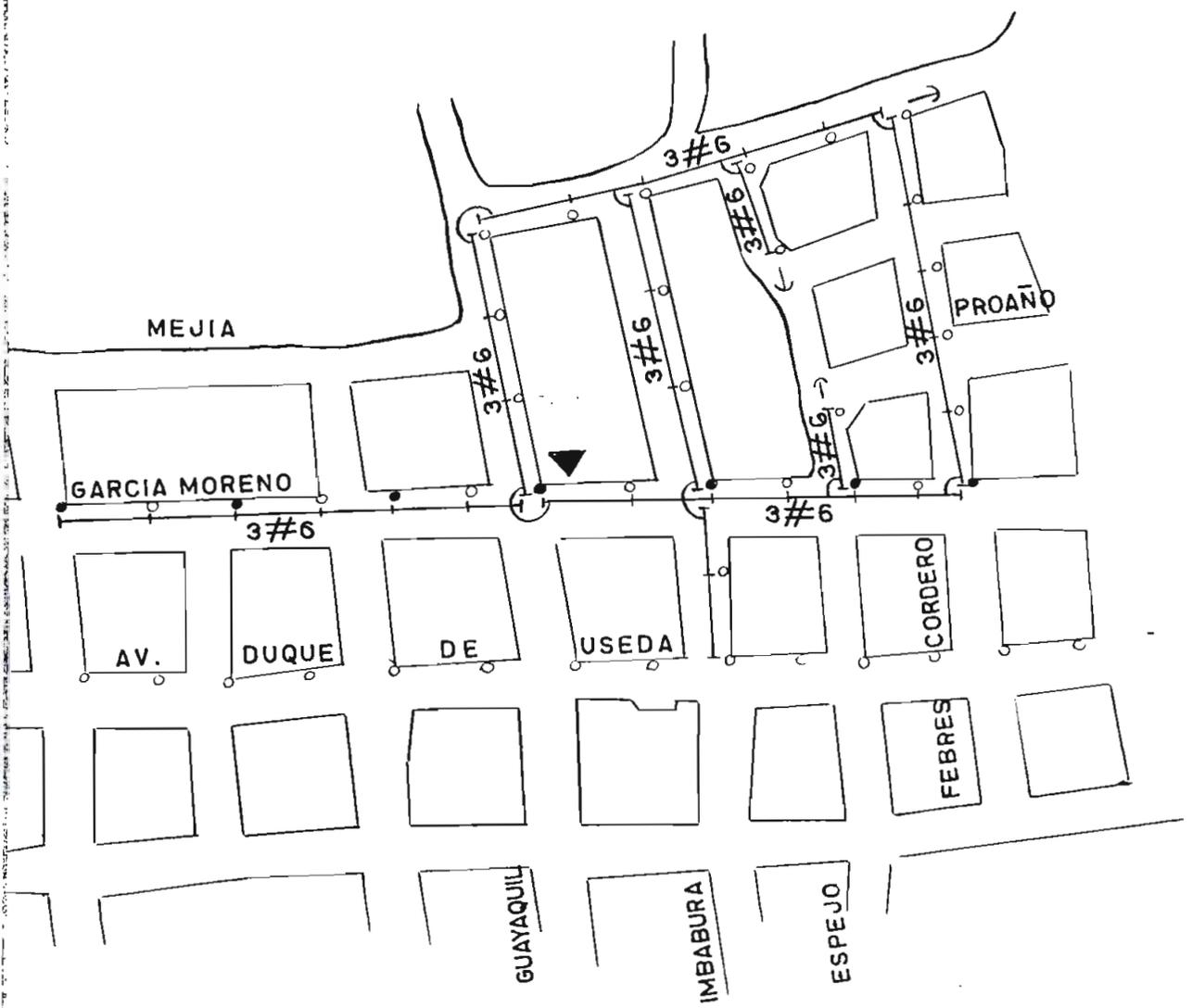
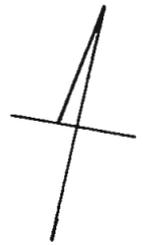
Manoñón 110 / 220

x

Fecha

Trilégico 220

Hoja



PLANO Nº 16 UM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº C-9

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: GARCIA MORENO Y GUAYAQUIL

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

PROBADA

10

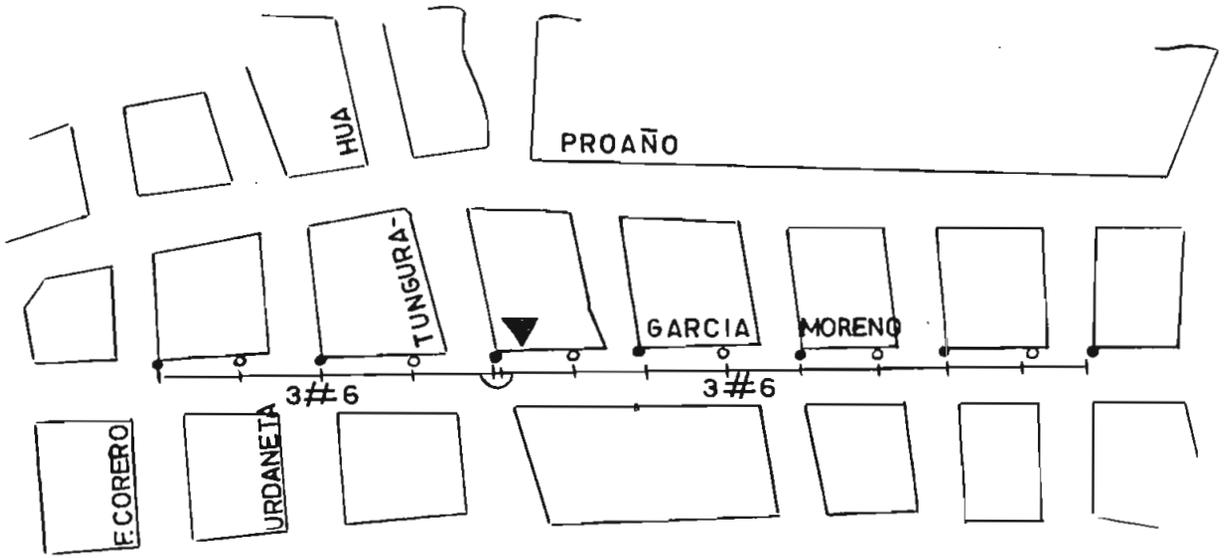
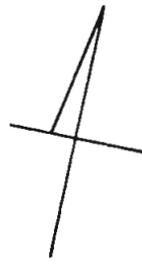
0.0. | 0.0. | 3.75

Monofásico 110/220

x Fecha 12/15/1960

Trifásico 220

Plano



PLANO N° 17 JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO N° C-10

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: GARCIA MORENO Y TUNGURAHUA

CAP. C/V. en KV-A

CONEXION:

Municipio 1139

PROYECTO

10

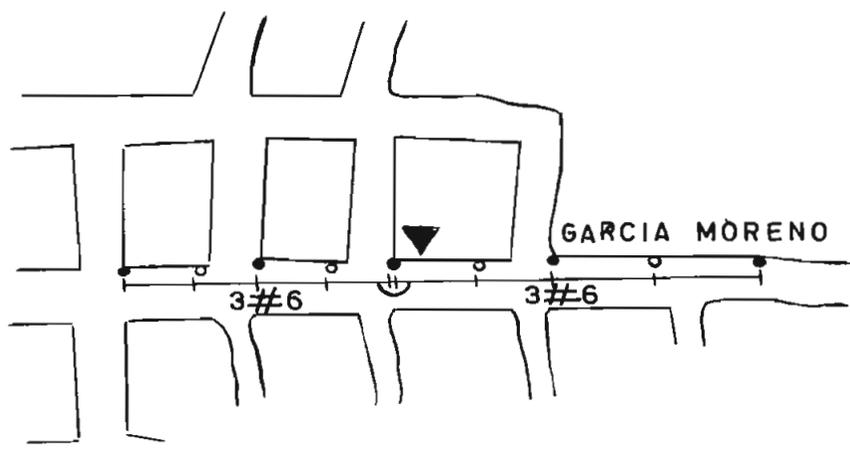
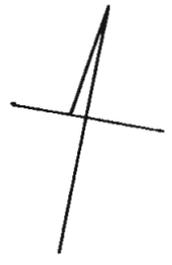
O.D. C.D. 3Ph

Municipio 110/235

x

ESTADO

Trifásico 220



PLANO N° 18JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO No C-11

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1 LOCALIZACION: GARCIA MORENO AL ESTE

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

250 DA

5

O.D. C.D. 3Ph

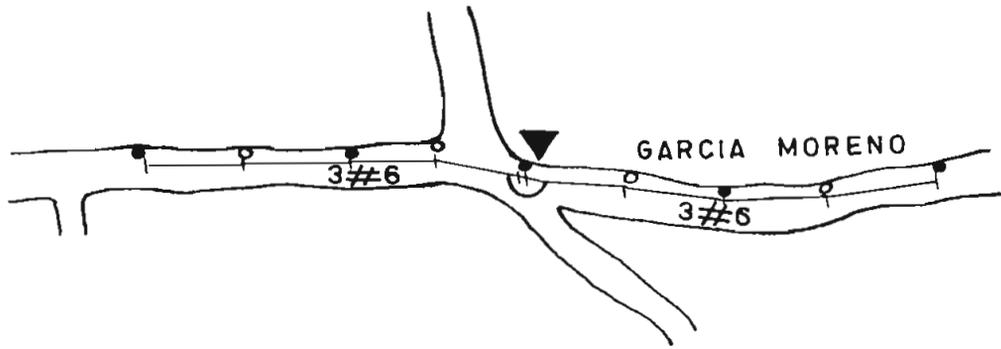
Monofásico 110/220

x

20 Pa

110v

Trifásico 220



PLANO N° 19JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO No C-12

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: GARCIA MORENO AL ESTE (MOLINOS)

CAP. C/M. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 116v

PRIMERA

O.D. C.D. 3.PH

Monofásico 110 220

x

SEGUNDA

5

Trifásico 220



PLANO N° 20JM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO N° C-13

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS. 1

LOCALIZACION: GARCIA MORENO AL ESTE (LOS ELENES)

CAP. c. u. en KV-A

CONEXION:

Monofásico 110v

PROBADA

O.D. C.D. 3.Ph

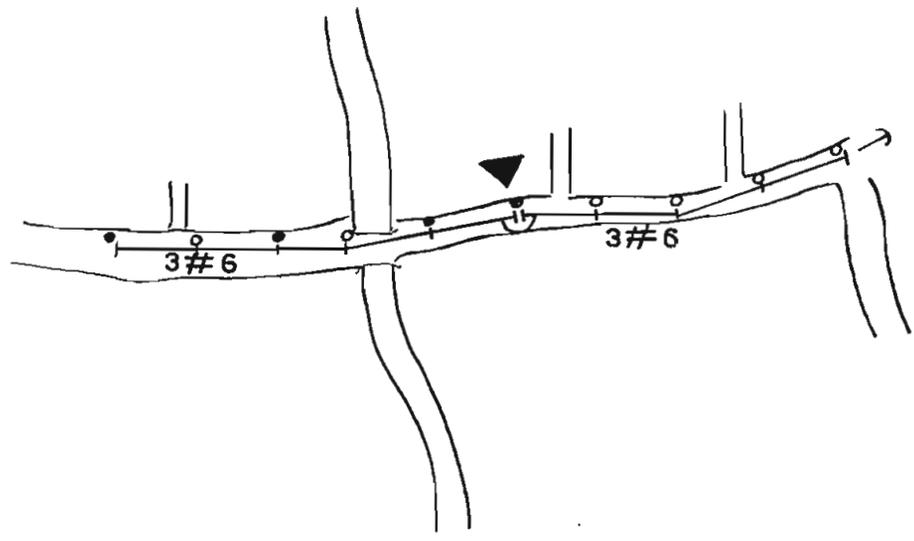
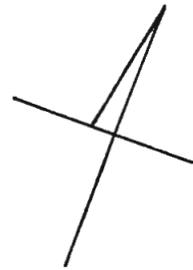
Monofásico 110 220

x

Fuente

5

Tiempo 220

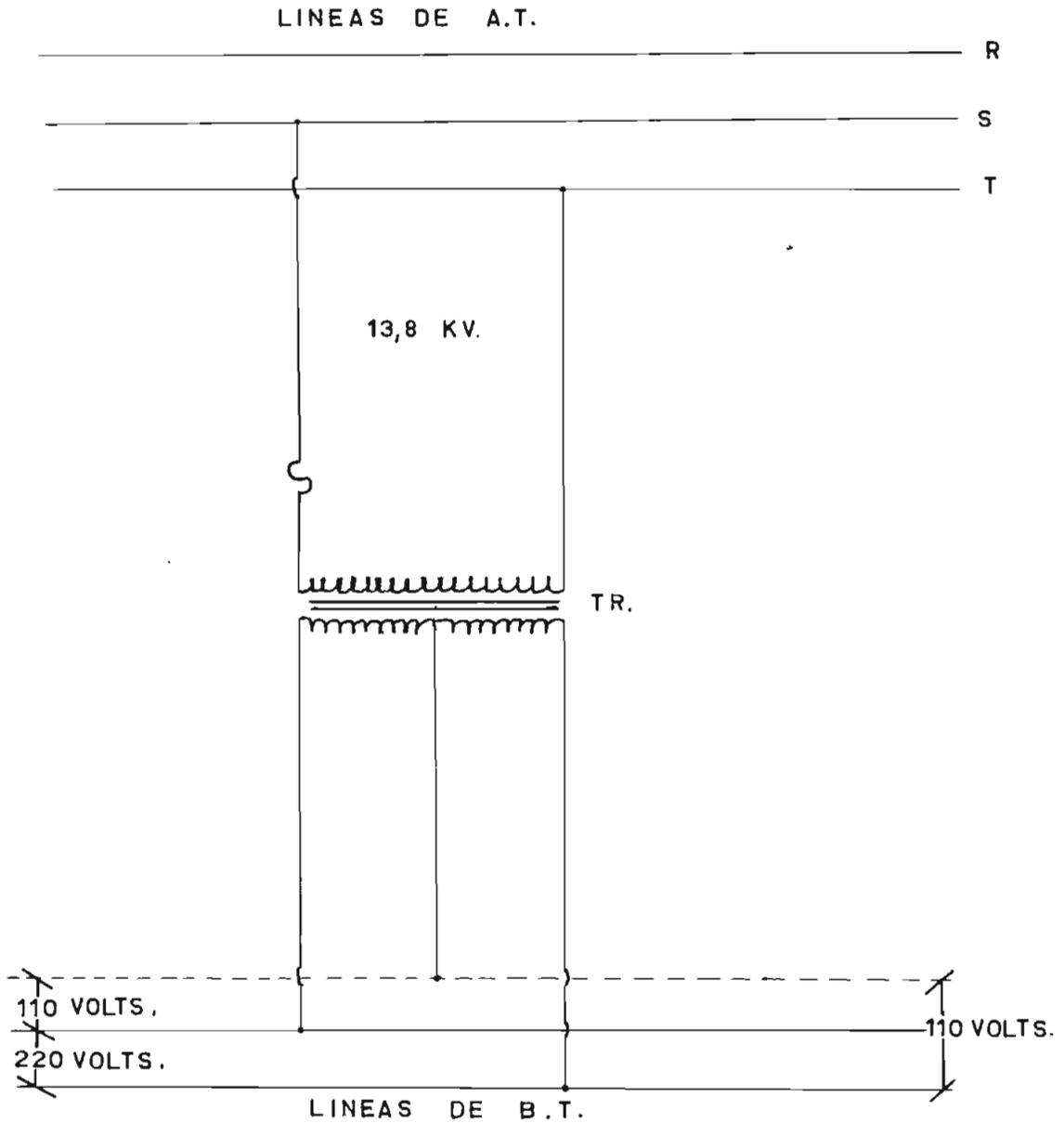


PLANO Nº 21UM

ESCALA 1 : 4.800

CIRCUITO SECUNDARIO Nº C-14		EMPRESA ELECTRICA	
NUM. TRANS. 1	LOCALIZACION: SANTA TERESITA	(SALIDA A PENIPE)	
CAP. c/u. en KV-A	CONEXION:	Monofásico 110v	PRUEBA
5	O.D.   C.D.   3.Ph	Monofásico 110/220	x
		Trifásico 220	

# DISEÑO ELECTRICO



PLANO Nº 22 JM

PRIMER CASO

CIRCUITO SECUNDARIO Nº

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS.

LOCALIZACION:

CAP. en KV-A

CONEXION:

O.D. | C.D. | B.Ph

Monofásico 110v

Monofásico 110/220

Trifásico 220

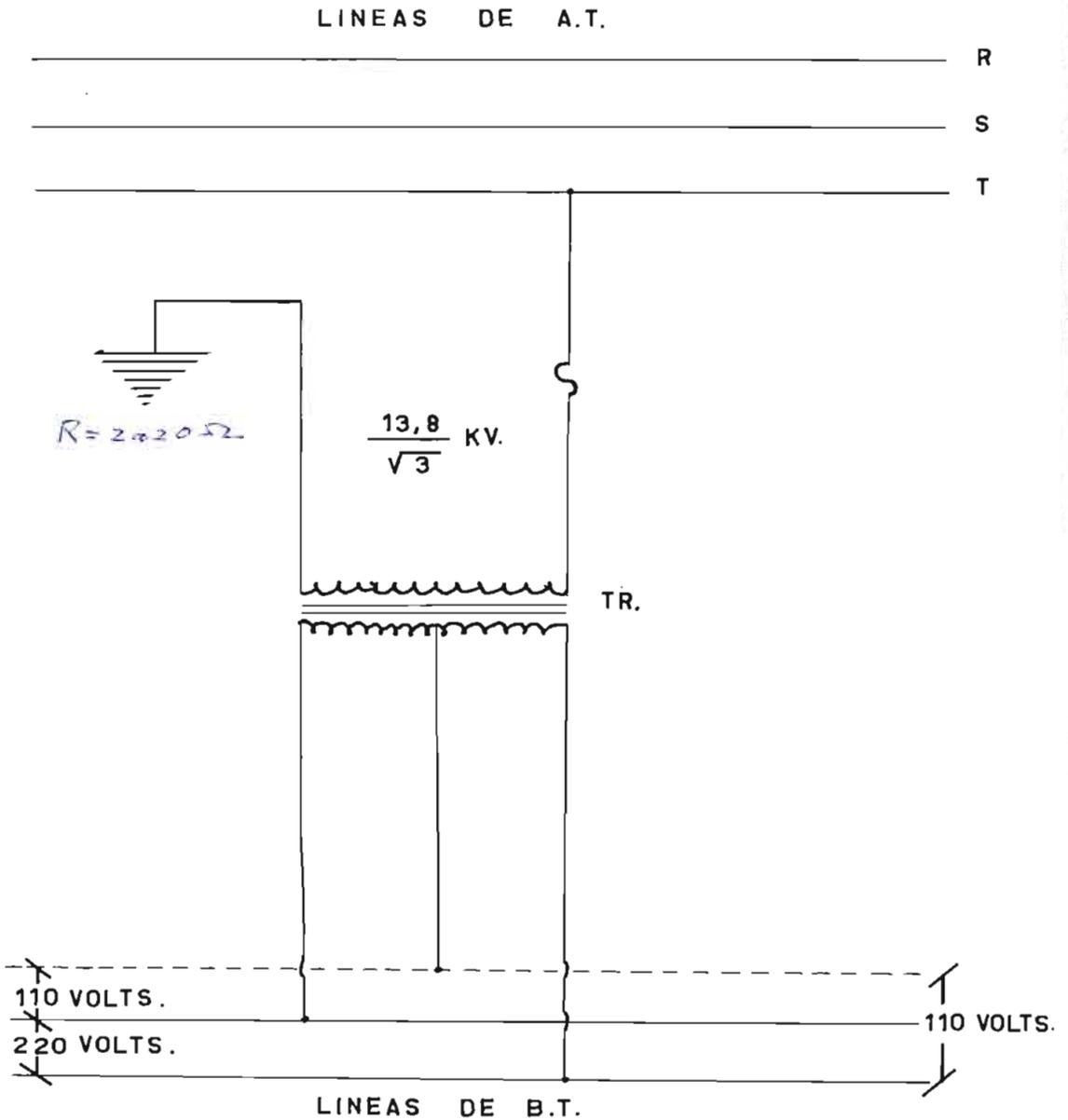
PUNTO

X

Fecha

Hora

# DISEÑO ELECTRICO



PLANO Nº 23 JM

SEGUNDO CASO

CIRCUITO SECUNDARIO Nº

EMPRESA ELECTRICA

NUM. TRANS.

LOCALIZACION:

CAP. c/u. en KV-A

CONEXION:

O.D. | C.D. | 3.Ph

LINEAS

Monofásico 110v  
 Monofásico 110/220  
 Trifásico 220

PTUECA

X

Fecha: 12/11/1954 Hora: 11:00



BIBLIOGRAFIA

La Escuela del Técnico Electricista Tomo X.- Segunda Reimpresión 1962.

Electrotecnia, por el Dr. Adolfo Thomalen.- Segunda Edición 1947.

Tratado de Electricidad.- Corriente Alterna.- II Tomo. Cuarta Edición Norteamericana, Por Santiago Rubio.

Catálogo de Productos Eléctricos de Aluminio.- ALCAN 1963.

Manual Standard del Ingeniero Electricista, por A.E. NOWLTON.

Redes Eléctricas, por Gudencio Zopetti.- Ingeniero Industrial.- Segunda Edición 1962.

Maintenance Hints de Westinghouse Electric Corporation

Curso de Electrotecnia, por el Profesor Ingeniero Vicente Jácome 1953.

Catálogo Kearney Equipment, For Power Line Construction and Maintenance.

Catálogo Joslyn "Complete Electrical Construction Equipment"

Manual para el Mantenimiento de Líneas en Caliente por A.B. Chance Co.

Manual de Seguridad para Linieros.- Editado por la Compañía Impulsora de Empresas Eléctricas, S.A., 1956.

Revista del Comercio y la Industria de Panamérica.- N° 4  
Buenos Aíeres, Argentina.