

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ELECTRIFICACION

DE LA CIUDAD DE

GUANO

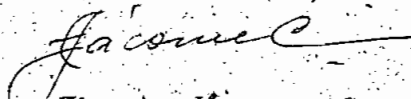
A BASE DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA DEL

"ALAO" PROVINCIA DEL CHIMBORAZO

POR: HUGO E. VITERI S.

QUITO, JULIO DE 1958

DIRECTOR DE LA PRESENTE TESIS

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Jácome', with a long horizontal flourish extending to the right.

Ing. Vicente Jácome

I N D I C E

<u>I. INDICE DE MATERIAS:</u>	<u>Págs.</u>
Prólogo	1-2
Recapitulación	3
 <u>CAPITULO PRIMERO:</u>	
Censo eléctrico de la población	4-5
Determinación de la potencia	5-7
Estudio de la actual red de distribución	8-9
 <u>CAPITULO SEGUNDO:</u>	
Mapa clave	10-11
Estudio de reconocimiento	11-12
Estudio de localización	12-14
Levantamiento topográfico de la poligonal	15-17
Nivelación de la poligonal	17-18
Dibujo de planos y perfiles	19
Informaciones adicionales	19
Topografía del Ramal Sta. Teresita - Los Elenes	20-21
 <u>CAPITULO TERCERO:</u>	
Diseño de la red de distribución	22-24
Cálculo del calibre de la red de baja	24-30
Alumbrado Público	30-33
Potencia de los transformadores	34
Cálculo de la sección de la red de alta	35-36
Cálculo de fusibles	37
Cálculo mecánico de los conductores	38
Cálculo de los postes	39
 <u>CAPITULO CUARTO:</u>	
Diseño eléctrico de la línea de transmisión Riobamba - Guano.	41-47
Diseño mecánico	47-48
Diseño de los postes de madera	49-51
Cálculo de los anclajes en los postes de madera	51-55
Localización de los postes	55-56
Diseño de la torre de retención	56-60
 <u>CAPITULO QUINTO:</u>	
Línea de Transmisión Guano-Los Elenes	61-62
 <u>CAPITULO SEXTO:</u>	
Lista de materiales y presupuesto de la red de distrib.	63-67
Lista de materiales y presupuesto para la línea de transmisión Riobamba-Guano	68-69
Lista de materiales y presupuesto para el ramal Guano-Los Elenes y presupuesto Global	70
 Bibliografía	71

INDICE (Cont.)

II.) INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Censo de Guano
" N° 2	Proyectos en Guano
" N° 3	Alumbrado público actual y futuro
" N° 4	Posibles industrias y comercios ha establecerse
" N° 5	Potencia de cálculo a la hora Peak, servicio residencial
" N° 6	Idem. pero para servicio comercial
" N° 7	" " " " industrial
" N° 8	" " " " público
Tabla N° 9	Coordenadas de la línea de transmisión Riobamba - Guano
" N° 10	Mediciones de velocidad del viento
" N° 11	Mediciones de temperatura
" N° 12	Cuadro auxiliar para el calibre de la red de baja
" N° 13	Elección de la tensión y del conductor a emplearse en la línea de transmisión Riobamba-Guano.
" N° 14	Cuadro para la elaboración de la plantilla para la localización de los postes en la línea de transmisión Riobamba-Guano.
" N° 15	Cuadro para la elaboración de la plantilla para la línea de transmisión Guano - Los Elenes.

III.) INDICE DE PLANOS

Plano N° 1	Plano de actualización de Guano
" N° 2	Mapa clave
" N° 3	Localización de la línea de transmisión Riobamba-Guano.
" N° 4	Anillo central de la red de distribución, cálculo del calibre.
" N° 5	Esquema de la Red de Alta Tensión
" N° 6	Plano general de la red de distribución en Guano
" N° 7	Detalle de una estación de transformación
" N° 8	Poste de madera para la red de baja tensión
" N° 9	Diagrama de la salida del circuito para Guano desde la subestación de Riobamba.
" N° 10	Poste de madera para la línea de transmisión.
" N° 11	Gruceta de los postes que atraviezan Riobamba.
" N° 12	Ubicación de los postes sobre el perfil
" N° 13	Representación de los postes en la poligonal de la línea de transmisión Riobamba - Guano.
" N° 14	Diseño de la torre de retención.
" N° 15	Anclaje en la torre de retención
" N° 16	Postes en el perfil Guano - Los Elenes.
" N° 17	Postes en la poligonal Guano - Los Elenes.

PROLOGO

La industriosa y floreciente población de Guano, uno de los cantones más importantes de la provincia del Chimborazo, se encuentra atravesando por una situación muy difícil en cuanto se refiere al abastecimiento de energía eléctrica a sus habitantes.

El Municipio cuenta actualmente con dos pequeños grupos Diesel eléctricos y con una pequeña y anticuada planta hidroeléctrica; a pesar de esto la energía generada, no llega ni siquiera a satisfacer la demanda actual de la población y el servicio sufre de muchas restricciones ya sean debidas a las pocas horas de servicio durante el día, ya al reducido cupo en Kwh. por abonado, ya por las tarifas demasiado elevadas. A esto hay que añadir que debido a lo anticuado de sus redes de distribución, la caída de tensión y la pérdida de potencia, son alarmantemente altas. En lo tocante al alumbrado público, lo único que tengo que añadir es que, también se encuentra en estado calamitoso.

Pero, gracias a las gestiones realizadas entre la Empresa Chimborazo S.A. y el I. Municipio de Guano, parece que este problema hallará pronta e inmejorable solución. Esta consiste en aprovechar de la cuantiosa energía eléctrica que se generará en la central hidroeléctrica del Alao, la que concentrada en la subestación de Riobamba será llevada, a través de una corta línea de transmisión, a alimentar la red de distribución de Guano.

El presente trabajo consiste en: proyectar dicha línea de transmisión y diseñar la nueva red de distribución eléctrica para la

ciudad de Guano; las mismas que no solamente serán capaces de resolver todas las dificultades presentes, sino además guardarán en sí, una reserva prudencial para los años venideros.

Como complemento de la tesis he incertado los estudios del ramal de alta tensión que irá desde Santa Teresita, barrio de Guano, hasta el cercano y pintoresco balneario de Los Elenes.

Antes de entrar en materia quiero consignar mi agradecimiento al Gerente de la Empresa Eléctrica Chimborazo S.A. y al I. Municipio de Guano, por las facilidades que me brindaron para llevar a feliz término los presentes estudios. Queda también comprometida mi gratitud para los personeros de ELECTRO ECUATORIANA S.A., organismo financiador de estos estudios.

El presente estudio comprende los siguientes capítulos:

- 1°) Censo eléctrico de la población y determinación de la potencia.
- 2°) Topografía de la Línea de Transmisión y ubicación de su recorrido.
- 3°) Diseño de la red de distribución: alta, baja y alumbrado.
- 4°) Diseño de la línea de transmisión Riobamba - Guano, cálculo eléctrico y mecánico.
- 5°) Ramal de transmisión Sta. Teresita - Los Elenes y...
- 6°) Presupuesto y lista de materiales .

CAPITULO PRIMERO

A. - CENSO ELECTRICO DE LA POBLACION. -

Previo al diseño de la Red de Distribución fué necesario fijar la potencia, y el único medio que nos permite obtener con bastante aproximación los datos que necesitamos para el cálculo es: efectuar el levantamiento eléctrico de la población, o censo de cargas. Este consistió en un recorrido por todas las calles de Guano anotando las cargas que se consumen y las que, se supone, consumirán próximamente en cada casa.

Cada casa con servicio de luz, puede consumir como máximo 15 Kwh. en el mes, teniendo presente que si se pasan de este cupo, ponen en serio peligro la vida de las plantas; de ahí que muchas casas se abstienen completamente del servicio eléctrico. Es por esta razón, el censo no se cifó al consumo actual, sino que se hizo una averiguación, a cada dueño de casa; del consumo actual, del consumo que tendrían al momento de instalarse la energía del Alao, del tipo de casa, del número de viviendas, de las ocupaciones, de las posibilidades económicas de los habitantes, del grado de cultura, etc. etc. Solamente a base de estos datos fué posible adquirir una idea global de la situación. La Tabla N° 1 nos muestra el proceso seguido en dicho trabajo, y solamente incertamos una mínima parte de su contenido.

A estos datos obtenidos por el censo, se añadió, los obtenidos en el Municipio y que corresponden a los proyectos nuevos que se hallan en construcción o en vías del mismo. Tabla N° 2.

También se dedujo la potencia correspondiente al alumbrado público, en comparación con el sistema actual, el nuevo diseño se hizo de acuerdo a las exigencias técnicas, a la situación económica reinante y al plano urbanístico de la ciudad. Tabla N° 3.

Finalmente, tomando en cuenta el espíritu laborioso y emprendedor del trabajador guaneño y considerando que Guano es una de las poblaciones más industriales de la provincia del Chimborazo, se ha tomado muy en cuenta este aspecto. De conversaciones con industriales y personas bien informadas y dignas de todo crédito, se llegó a conocer las posibles industrias y que a más de las antes anotadas, habrán de sumarse al creciente progreso de la urbe. Tabla N° 4.

B.- DETERMINACION DE LA POTENCIA.-

Una vez conocidas todas las cargas, se pasó a determinar la potencia con la cual se diseñará la Red de Distribución y la Línea de Transmisión. Para esto he considerado que la hora Peak, o punta de carga, se produce entre las 6 1/2 y 7 1/2 p.m. y con el objeto de acercarnos más a la realidad se ha dividido todo el consumo eléctrico en 4 capítulos correspondientes al servicio: Residencial, Comercial, Industrial y Público.

Al Residencial corresponde el servicio de luz y fuerza eléctrica con fines domésticos, es el grupo que más influye en la determinación de la carga, ya que a la hora peak casi todos los hogares tienen el mayor consumo, simultáneamente. Con el fin de facilitar los cálculos se ha subdividido esta carga en 4 grupos, de acuerdo al

número de focos y artefactos en uso; de esta manera se ha logrado obtener un valor medio, en Kw. por casa en cada grupo. En cada grupo y para cada clase de servicio se sacó tres factores: el primero es el que corresponde a la relación entre la potencia media instantánea y la potencia máxima instantánea, se llama factor de posesión y relaciona el consumo de una casa con todas las demás del grupo; el segundo se llama factor de servicio y corresponde a la relación, dentro de una misma casa, entre los diferentes aparatos en uso simultáneo a la hora peak; el tercero es el factor de simultaneidad y corresponde al producto de los dos anteriores. El factor de simultaneidad aplicado difiere para cada grupo, y es mayor para el que tiene menor número de focos y menor variedad de aparatos.

Multiplicando la potencia máxima instantánea por el factor de simultaneidad tenemos la demanda promedial para cada clase de servicio; sumando las diferentes potencias para todos los servicios instalados en el tipo de casa escogido, se tiene la demanda por cada grupo considerado. Se multiplica este valor por el número de casas y se obtiene la potencia del grupo. Se suman las potencias de los 4 grupos considerados y se obtiene la potencia correspondiente al servicio Residencial. Tabla N° 5.

El Comercial abarca el consumo de energía correspondiente a cines, hoteles, salones y centros de negocios y que a la hora peak, en general, también tienen el máximo consumo de energía eléctrica. La forma de calcular la potencia es similar al anterior, se ha separado en grupos correspondientes a cada tipo de negocios, se saca la

potencia de cada grupo y luego la total. Tabla N° 6.

El servicio industrial es casi despreciable en el cálculo de la potencia, ya que a la hora peak el trabajo ha cesado casi totalmente; al menos debe procurarse que a esa hora no trabajen las industrias, de esta manera se obtendrá una mejor repartición de las cargas y la curva no será demasiado pronunciada. Sin embargo, en Guano, el pequeño consumo industrial, a la hora peak se debe a que casi todas las industrias son del tipo doméstico. La industria pesada no cuenta todavía para Guano. Tabla N° 7.

Finalmente el servicio público, se compone de diferentes grupos, siendo de entre ellos el más importante el correspondiente al alumbrado público de calles y parques, ya que a la hora peak se encuentran todas las luces encendidas. Tabla N° 8.

Se suman todos los 4 valores obtenidos y se deduce la potencia necesaria al momento de la instalación de la nueva red; pero como el diseño debe estar previsto para futuras ampliaciones dentro de un lapso de 10 años y si consideramos además que el crecimiento de Guano corresponde a un 5% anual; la potencia final se calculará aplicando las reglas del interés compuesto. Es así como se ha fijado la potencia de cálculo de 500 Kw., esta se comprueba mediante datos obtenidos del Organismo de Planificación, que otorga para Guano una potencia de 50 w. por habitante; ahora bien, según el censo realizado por el Servicio Cooperativo, que diseñó y construyó la nueva red de agua potable y el servicio de canalización para Guano, la pobla-

ción dentro de 10 años corresponderá a 10,000 habitantes. Esto concuerda con nuestra potencia hallada de 500 Kw.

ESTUDIO DE LA ACTUAL RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA DE GUANO. (P.Nº1)

El presente estudio se hizo para tener una guía, para el nuevo diseño de la red de distribución, y para ver si había posibilidad de utilizar el material existente. De esta manera se conoció que en Guano existen dos redes diferentes alimentadas cada una por sus respectivas plantas eléctricas.

1) Red perteneciente a la planta Diesel: 60 HP - 42 Kw (1.200 RPM)

Esta red tiene una edad aproximada de 10 años, en general es un sistema radial. Del generador salen 4 conductores a la tensión de: 200 / 110 V., dando una longitud en alambre de 780 m. y formando dos mallas. Luego parten 7 circuitos radiales trifásicos con una longitud de 3.100 m. en alambre. Además tenemos numerosos circuitos radiales monofásicos que dan una longitud de alambre de 2.800 m.

Total: 780 x 4 = 3.120
 3.100 x 3 = 9.300
 2.800 x 2 = 5.600
 18.020 m.

En total tenemos 18.000 m. de alambre de diferentes calibres y edades, además tenemos 180 postes de madera también de diferentes edades (hasta de 37 años) y tenemos 150 focos de 25 w.

2) Red perteneciente a la planta hidráulica: 25 Kw.

Edad aproximada 20 años. La planta funciona alrededor de 37 años y siempre trabaja a sobrecarga durante las pocas horas del día en que entra en funcionamiento. Esta red se compone de dos circuitos:

a) Circuito de alta: funciona a 600 V, es radial, calibre Nº 8, a-

alambre completamente viejo.

Longitud de la red de alta: 3 conductores: 1,660 m.
2 conductores 1,380 m.

b) Circuito de baja: Todo es monofásico, arranca de los transformadores monofásicos de distribución, y tiene una longitud de 4.500m.

En total la longitud de alambre es: $1,660 \times 3 = 4,980$
 $1,380 \times 2 = 2,760$
 $4,500 \times 2 = 9,000$
16.740 m.

Todos son alambres de diferentes calibres y casi totalmente inservibles. Además tenemos 96 postes de madera, 80 focos de 25 w. 6 transformadores monofásicos distribuidos de la siguiente manera: 1 de 1 Kw. en la casa de máquinas, 3 de 3 Kw. en el servicio público, 2 de 2 Kw. en servicio particular.

En resumen, podemos decir que todo el sistema actual de distribución es Guano es bastante anticuado, de ahí que urge la construcción de una nueva red de acuerdo a la técnica, lo cual significa economía y eficiencia de servicio.

Septiembre de 1.957

CENSO DE GUANO

Casa o Lote	Pisos	Cuartos	Consumo actual	Consumo futuro	Carga actual	Carga futura	Propietario	Observaciones
<u>Carrera 14 entre 1 y 3</u>								
D. Teja	1	2	—	2f, 1R	—	150	Vicente Ramos	nueva
"	1	2	—	2f, 1R	—	150	Gerardo Alarcón	en venta
I. "	2	6	—	6f, R, P	—	1000	familia Alarcón	quinta
<u>Carrera 14 entre 3 y 5</u>								
D. Teja	1	3	—	3f, 1R	—	200	Jose Barreno	
"	1	4	3f, R	5f, R	130	240	Belisario Silva	
I. "	1	2	—	2f	—	100	Curia	botada
<u>Carrera 14 entre 5 y 7</u>								
D. Teja	1	6	—	6f, R	—	400	Hiradio Barreno	tienda
"	1	2	—	2f, R	—	150	Ricardo Merino	
"	1	2	—	3f, R	—	200	Jose Belancourt	
I. 2 Teja	1	4	—	—	—	—	Cap. Corral	Molino
"	1	3	—	3f, R	—	200	Alejandro Diaz	
"	1	2	—	2f, R	—	150	" "	
1 Teja	1	4	—	4f, R	—	300	Jose Diaz	
2 Teja	1	4	4f, R	5f, R, P	200	1000	Manuel Villacrés	
<u>Calle 7 (ramal)</u>								
I. 2 Teja	1	3	—	2f, R	—	150	Manuel Villacrés	
1 "	1	4	—	—	—	—	Cap. Corral	Quinta
<u>Calle 14 entre 7 y 9</u>								
D. 1 Teja	1	4	4f, R	4f, R, P	150	900	Juan Ortega	
2 Teja	1	5	4f, R	4f, R, P	150	900	Reinaldo Riofrio	
1 Teja	1	3	—	3f, R	—	250	Camilo Lata	
1 Teja	1	1	—	1f	—	50	Rosario Montalvo	
3 Teja	1	4	—	4f, R	—	300	Luis Gonzalez	
I. 1 Teja	1	4	—	4f, R	—	300	Delfin Dugre	
"	1	2	—	2f, R	—	150	Jose Guadalupe	
2 Teja	1	3	—	2f, R	—	150	Rafael Rojas	
1 Teja	2	6	3f, R	6f, R, P	120	1000	Sergio Gallegos	
<u>Calle 14 entre 9 y 11</u>								
D. 1 Teja	1	4	—	5f, R, P	—	1000	Teofilo Gonzalez	
"	2	4	—	4f, R	—	300	Manuel Jaramillo	
I. "	1	3	—	3f, R	—	200	Jorge Jaramillo	
2 Teja	1	4	—	4f, R	—	300	Manuel Jaramillo	
<u>Calle 14 entre 11 y 13</u>								
D. 3T+1Z	2, 1	10	—	12f, 2R, P	—	1800	Antonio Dacto	
1 Teja	2	4	—	5f, R	—	350	Rosario Oviedo	
2 Teja	2, 1	4	—	5f, R	—	350	Rafael Silva	
1 Teja	1	3	2f, R	3f, R, P	150	500	Jose Suera	
"	1	3	—	3f, R	—	250	Amable Villacrés	
1 Ab	1	2	—	1f	—	60	"	

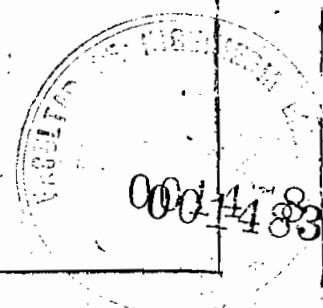


TABLA N° 3

Alumbrado Público

Actual

170 focos pertenecientes a la red Diesel
90 " " " " " " Hidráulica.
260 focos $\frac{1}{4}$ de 25w.

$$260 \times 25 = 6.5 \text{ Kw}$$

Futuro

800 focos de 50w = 10 Kw
120 " " 100w = 12 Kw
60 " " 200w = 12 Kw
34 Kw

TABLA N° 4

Posibles Industrias y Comercios

1 Cine 8 Kw
1 Hotel 3 "
3 Salones 6 "
2 Molinos 20 "
3 Máquinas
calzado 6 "
4 Máquinas
curtiduría 20 "
Máquinas ropa 5
Maquinaria
madera 20

88 Kw

TABLA N° 5

POTENCIA DE CALCULO A LA HORA DE PEACK, SERVICIO RESIDENCIAL

Servicio	Pot.max instant.	Pot.med. instant.	Factor de posesión	Factor de servicio	Factor de simultañ.	Demanda promed.	Total parcial
Primer grupo residencial (267 casas)							
Luz	120 w.	110 w.	.92	.80	.74	89 w.	30 Kw.
Radio	50 w.	28 w.	.56	.60	.34	17	
Plancha	600 w.	30	.05	.20	.01	6	
						112 w.	
Segundo grupo residencial (435 casas)							
Luz	300	230	.83	.50	.41	123	83 Kw.
Radio	50	49.5	.99	.60	.60	30	
Plancha	600	180	.30	.20	.06	36	
Reverbero	400	10	.025	.20	.005	2	
Refrig.	200	1	.004	—	—	—	
						191 w.	
Tercer grupo residencial (206 casas)							
Luz	600	435	.72	.30	.215	129	55 Kw.
Radio	50	56	1.12	.60	.67	33.5	
Plancha	600	430	.72	.20	.15	90	
Reverb.	400	20	.05	.30	.015	6	
Refrig.	200	1	.005	1.00	.005	1	
Calentador	2.000	10	.005	1.00	.005	10	
						269,5	
Cuarto grupo residencial (34 casas)							
Luz	1200	840	.70	1.25	.175	210	33.5Kw.
Radio	100	135	1.35	.75	1.00	100	
Plancha	600	546	.91	.25	.228	136	
Reverbero	500	88	.18	.25	.045	22.5	
Refrig.	300	45	.15	.20	.03	9	
Calenr.	2000	120	.06	.50	.03	60	
Bat.	200	36	.18	---	---	---	
Cocina	5000	600	.12	.75	.09	987,5	

Primer grupo: casas que poseen de 1 foco a 2 focos y Radio

Segundo grupo: Casas que poseen desde 3 focos hasta 5 focos, además radio, plancha reverberos.

Tercer grupo: Casas que poseen desde 6 focos hasta 10 focos, radio, plancha, reverbero, refrigeradora y calentador.

Cuarto grupo: Casas con más de 10 focos y variedad de artefactos.

TABLA N° 6

POTENCIA DE CALCULO A LA HORA DE PEACK, SERVICIO COMERCIAL

Servicio	Pot.max. inst.	Pot.med. inst.	Factor de posesión	Factor de servicio	Factor de simul.	de Demanda promed.	Total parc.
Gines (4)							
Luz	250	250	1.	1.	1.	250w.	1 Kw.
Hoteles (2)							
Luz	3000	2000	.66	.25	.165	500	
Rad.yToo	400	350	.88	.75	.66	265	
Plancha	1200	1200	1.	.5	.5	600	
Calent.	3000	3000	1.	.5	.5	1500	
Refrig.	400	300	.75	1.	.75	300	
Batid.	500	400	.80	.25	.20	100	
Cocina	8000	6000	.75	.5	.375	3000	
Artef.	1000	1000	1.	.5	.5	500	
						6765 w.	13.5 Kw.
Salones (5)							
Luz	1000	750	.75	1.	.75	750	
Radíola	300	200	.66	.8	.53	160	
Refig.	200	200	1.	.6	.6	120	
Batid.	200	200	1.	.5	.5	100	
Cocina	5000	2000	.40	1.	.4	2000	
Varios	500	300	.6	1.	.6	300	
						3430w.	17.2 Kw.

TABLA N° 7

POTENCIA DE CALCULO A LA HORA DE PEACK, SERVICIO INDUSTRIAL

Servicio	Número	Pot.unit. H.P.	Pot.total	Factor de simul.	Pot. final	Total parc.
Costura	87	1/16	4	.25	1 Kw.	
Coo.zapatos	8	2	11.8	.5	5.9	
Pulidora	10	1	7.36	.5	13.68	
Carpinterías	15	5	55.	.2	11.	
Molinos	4	10	29,5	.25	7.35	
Curtidor	10	35	36	.1	3.6	
Alfombras	3	1/4	.55	.33	.18	
Telares	10	1/4	1.83	.20	.367	
Molin. café	2	-	-	-	-	
						33 Kw.

TABLA N° 8

POTENCIA DE CALCULO A LA HORA DE PEACK, SERVICIO PUBLICO

Servicio	Número	Pot. unit. watt.	Pot. total Kw.	Factor de simult.	Potencia final	Total parc.
Escuelas	6	115	0,7	1,0	0,7	
Iglesias:						
Luz	260f.	25	6.5	.5	3.25	
Reflec.	4	200	.8	1.	.8	
Cruz Roja:						
Luz	35 f.	60	2.1	.25	.52	
Artef.	-	-	3.00	.20	.60	
Municipio:						
Luz	40 f.	100	4.	.5	2.	
Radio	1	100	.1	1.	.10	
Artef.	-	-	1,00	.15	.15	
Tanques agua potable:						
Luz	2	200	.4	1.00	.4	
Luz	6	150	.9	1.00	.9	
Mercados (2)						
Luz	8 f.	60	.48	.5	.24	
Radio	4 f	50	.2	.25	.05	
Cementerio:						
Luz	10 f.	100	1.	.2	.2	
Bibliotecas y reloj público:						
Luz	8 f.	100	.8	1.	.8	
Parques (3)						
Luz	20 f.	100	2.00	1.00	2.00	
Calles:						
Luz	60 f.	150	9,00	1,00	9,00	
Luz	120 f.	100	12	1,00	12.	
Luz	200 f.	50	10	1,00	10.	43.8 Kw.

Total: 320 Kw.

Carga final para 10 años venideros con 5% como factor de crecimiento:

$$W = 320 (1 \pm 0,05)^9 = 510 \text{ Kw.}$$

Potencia de cálculo: 500 Kw.

CAPITULO SEGUNDO

TOPOGRAFIA DE LA LINEA DE TRANSMISION Y UBICACION DE SU RECORRIDO.

Todo el trabajo topográfico se refiere a:

- 1) Mapa clave,
- 2) Estudio de reconocimiento,
- 3) Estudio de localización,
- 4) Levantamiento topográfico de la poligonal,
- 5) Nivelación de la poligonal
- 6) Dibujo de planos y perfiles.

Mapa clave:

Sobre el plano del Servicio Geográfico Militar (escala 1:20.000) correspondiente a la zona de Guano y Riobamba, dibujo el proyecto de la variante de la carretera Panamericana en dicho sector y conforme a los planos confeccionados por el Ministerio de OO. PP. Ahora bien, como mediante estudios preliminares de comparación de costos decidióse escoger 6.300 voltios, como tensión de la línea de transmisión, esta circunstancia nos permite hacer que la línea de transmisión atraviese la ciudad de Riobamba, cosa no aconsejable en el caso de haber escogido un voltaje mayor para antedicha transmisión.

En vista de lo dicho trazo la Línea de Transmisión arrancando de la subestación de Riobamba, proyectada junto al cementerio, atravieza la ciudad por la calle García Moreno y al llegar a la esquina con la calle Unión y Progreso se presentan las dos siguientes al-

alternativas:

Primera: Desde el final de la calle García Moreno y mediante una sola deflexión se hace llegar a la línea de transmisión hasta el moderno local de la planta diesel eléctrica de Guano.

Segunda: Llegado al final de la calle García Moreno, gira siguiendo la calle Unión y Progreso hasta, aproximadamente, unos 30 metros antes del camino a Los Elenes. Desde este punto sigue un trazado paralelo al eje del Proyecto de Rectificación de la Carretera Panamericana, hasta el sitio denominado Peña Roja; desde aquí cae la línea a la planta hidroeléctrica de Guano, sitio desde donde se inicia la red de distribución y donde se localizará un desconectador de cuernos.

Estudio de reconocimiento:

Se realizó mediante un recorrido a pie, de ambos proyectos, y como consecuencias podemos anotar:

El proyecto N° 1, a pesar de ser el más corto y llegar a un moderno edificio, tiene las siguientes desventajas:

- a) Se aleja demasiado de la carretera Panamericana, dificultando su inmediata aplicación al proyecto de la Avenida Iluminada entre Riobamba y Guano.
- b) Su difícil accesibilidad, atravieza terrenos muy accidentados y alejados de las vías de comunicación, esta circunstancia encarece mucho el costo del montaje de la línea.
- c) Cruza repetidas veces la carretera Panamericana, creando esta circunstancia, un peligro para el tráfico y presentando un aspec-

to desagradable a la vista.

En cambio, el proyecto N° 2, a pesar de ser un poco más largo que el anterior, ofrece las siguientes ventajas:

- a) Sigue paralelamente a la carretera Panamericana durante casi todo su trayecto, esto trae como consecuencia una fácil accesibilidad para su montaje y mantenimiento y además ofrece todas las facilidades para una futura aplicación a la Avenida Iluminada.
- b) Miras futuras de prestar servicio a las casas y fincas aledañas a la carretera Panamericana.

En vista de todo lo expuesto he decidido escoger para mi estudio el proyecto N° 2. (Plano N° 2)

Estudio de Localización:

Siguiendo el trazado N° 2, se realizó un minucioso recorrido por la ruta escogida y se salvó las principales obstrucciones mediante pequeñas deflecciones en el trazado.

Es así como a partir del punto inicial O, sitúo el origen de mi poligonal. El punto O está situado en el lugar en el que se construirá la subestación de Riobamba; se debió hacer una sola alineación hasta el final de la calle García Moreno, pero debido a un portón que existe en esta dirección me vi obligado ha hacer dos deflexiones consecutivas y alinearme después con la calle García Moreno.

Siguiendo luego por la calle García Moreno llego hasta la calle Unión y Progreso, por donde continúo después de hacer una de-

flexión de aproximadamente 90° hasta llegar al punto inicial de la ruta que seguirá la línea de transmisión, ya a campo traviesa.

El eje de la carretera Panamericana lo localicé de la siguiente manera: consideré el tramo ya construido en el sector de Tangos Chico (Plano N° 3) ; busco el punto medio de la vía con mediciones a cinta, planto el teodolito en este punto A, viso al punto B que también se localizó en media vía, la alineación AB me da la dirección del eje de la carretera. Como comprobación tomo el punto C transito el aparato y veo que C también se encuentra dentro de la alineación AB.

Nuevamente tomo la alineación AB y siguiendo esta dirección hago medir a cinta, una distancia de 526 m. a partir de A, marco este punto con una estaca el mismo que representa el PI de la curva que toma la carretera. Estas distancias son tomadas del plano del proyecto de Rectificación de la Panamericana. Como debido a la topografía del lugar me es imposible localizar directamente el PI de la carretera, planto el aparato en PT, encero con A, giro 180° y en esta nueva dirección a 242 m. se encuentra el PI buscado.

Como a partir de este punto no existe ninguna construcción de la carretera, ni siquiera estacas que faciliten la localización de mi poligonal, me he visto obligado a realizar todo el trabajo anterior con la mayor precisión posible para de esta manera localizar exactamente el eje de la carretera hasta Riobamba.

Planto el aparato en PI encero con PT giro un ángulo de 224° , en esta dirección hago medir la distancia de 242 m. y marco

el PC de la curva. Esta alineación es la que me da el eje de la carretera, como mi interés es localizar la línea de transmisión y como decidí que debe seguir paralelamente a la Panamericana, planto el aparato en PC, encero con PI, giro 90° y en esta dirección hago medir 40 m. distancia a la cual deberá seguir la línea de transmisión, en relación con el eje de la Panamericana, a este punto lo llamo E.

Hago estación en E, encero con PC y giro 270° , en esta dirección hago marcar estacas provisionales. Continuando esta alineación llego hasta la calle Unión y Regreso, en donde localizo el punto F. Como en esta alineación se interpone una casa, lo cual sería un obstáculo para la proyectada línea de transmisión, desplazo el punto F unos pocos metros hasta el punto F' y luego hago el enlace con el eje de la línea de transmisión en el punto G.

Prosigo localizando el eje de la Panamericana y marcando los puntos principales de mi línea de transmisión, a partir del punto PT anteriormente marcado, El punto H se localizó a 50 metros del eje de la Panamericana porque, desde aquí, el terreno presenta muchas irregularidades, y los trabajos de desbanque y relleno para la construcción de la carretera se adentran bastante en el terreno.

Los puntos D e I se encuentran también a 50 m. del eje de la Panamericana; el punto J, que es también punto de deflexión de la poligonal, es el más cercano a la carretera y es el origen de la última alineación sobre terreno más o menos uniforme. El punto L me señala el origen del vano más peligroso en mi línea de transmisión,

ya que desde aquí comienza el gran desnivel hasta la casa de máquinas de la planta hidroeléctrica. De esta manera se han localizado todos los puntos principales de la línea de transmisión de Riobamba a Guano.

Levantamiento topográfico de la poligonal:

Partimos del Hito N° 66 de la Caja Nacional de Riego, punto que nos servirá de base para el cálculo de Rumbos, coordenadas e inclusive para iniciar la nivelación. Plantamos el aparato en el Hito 66, encaramos con el Hito 65 y enlazamos con O, mediante el punto auxiliar A.

Luego, hacemos estación en O encaramos con A y a través del zaguán marco la estación 1 en la Avenida 9 de Octubre, a partir de este punto comenzamos a tomar topografía de los accidentes principales comprendidos dentro de una faja de 50 metros de ancho aproximadamente. Plantamos el aparato en 1 y localizamos la estación 2 y a partir de ésta seguimos por la calle García Moreno haciendo estaciones en cada esquina, procurando seguir la alineación de los postes de la actual red eléctrica perteneciente a la Empresa Eléctrica Ecuador Inc.

De esta manera llegamos a la estación 22, vértice de la poligonal, luego continuamos por la calle Unión y Progreso hasta la estación N° 27. La estación 27 es el origen de la alineación que termina en la estación 34, en donde se produce una pequeña deflexión y prosigue en una sola recta hasta la estación 58. La planimetría en esta zona abarca una faja de aproximadamente 100 m. de ancho en la que se señalan todos los accidentes importantes como caminos, sequeñas, casas, bosques, etc. Además hemos marcado la linderación de

los terrenos atravesados por la poligonal, con indicación de los cultivos que existen en dichos terrenos, también anotamos el nombre del propietario de los mismos.

La estación 38 se plantó sobre una pared de 1,50m. de alto; Desde la estación 58 hasta la 61 tenemos otra alineación, porque de no hacerlo la estación 61 caía justamente en plena carretera a Los Elenes. La estación 61 corresponde al PI de la curva de la carretera y que ya fué señalado anteriormente en el trabajo de localización de la línea. Otra alineación comprende las estaciones desde la 61 hasta la 64, debido a la razón anteriormente expuesta.

En la alineación correspondiente a las estaciones comprendidas entre la 64 y la 81, y debido a lo accidentado del terreno, a partir de la estación 78, las distancias entre las estaciones siguientes son relativamente pequeñas. Desde la estación 81 hasta la 88 tenemos la penúltima alineación, la estación 87 es el origen de la bajada a Guano.

La última alineación corresponde a las estaciones encerradas entre la 88 y la 94 y pertenecen todas al barranco de llegada a Guano, en esta alineación las estaciones se han localizado en los puntos más accesibles y la planimetría se redujo a lo mínimo debido a lo peligroso del lugar. En esta misma alineación también se encuentra el paso sobre el río Guano, y es aquí donde se tomó mayor cantidad de puntos topográficos, no solamente por corresponder a la llegada de la línea de transmisión, sino, también para obtener, en el dibujo, la idea más clara de estos accidentes; es así como se tomó puntos

en el nivel de máxima crecida, en el nivel libre y en el fondo del río. La estación 94 está localizada en una pequeña huerta delante de la casa de máquinas.

Para cerrar esta poligonal hicimos una última estación; la 95, en la calle 35 de la ciudad de Guano. Para efectuar las correcciones, esta poligonal se cerró a partir de la estación 73 con el Hito 97 de la Caja Nacional de Riego; nos servimos de este hito por pertenecer al mismo sistema del hito de origen y porque es el más cercano que tenemos en la zona de Guano.

En los puntos principales de la línea de transmisión se colocaron hitos de concreto de las siguientes dimensiones: 20 x 20 x 50, y corresponden a las estaciones: 0, 2, 22, 27, 34, 61, 81, 88 y 94.

Nivelación de la Poligonal:

La nivelación es geométrica y partimos con cota del Servicio Geográfico Militar desde el Hito 66 de la Caja Nacional de Riego. Para facilitar el trabajo de nivelación dividimos a la poligonal en 5 sectores:

Primer sector: Subestación de Riobamba - Control a Guano, abarca todo el sector correspondiente a la ciudad de Riobamba, hicimos la nivelación de ida y vuelta e inmediatamente se efectuó las correcciones necesarias y de esta manera obtuvimos la Cota Roja, la cual nos sirve para proseguir la nivelación. Realmente no fue indispensable hacer la nivelación de este sector, pero lo hicimos solamente para llevar las cotas del Servicio Geográfico Militar.

Segundo sector: Control a Guano - Quebrada "Las Abras", seguimos el mismo proceso de ida y retorno inmediato. Para obtener el perfil de la quebrada nos servimos de varios puntos auxiliares de nivelación.

Tercer sector: Quebrada Las Abras - Langos Chico, esta es una zona que requirió el empleo de numerosos puntos auxiliares de nivelación.

Quarto sector: Langos Chico - Peña Roja, abarca desde la estación 70 a la 87, es un sector más o menos plano con pocas dificultades.

Quinto sector: Peña Roja - Planta hidroeléctrica, aquí como la gradiente transversal es muy pronunciada, he tomado dos perfiles adicionales, a derecha e izquierda del polígono y a una distancia de 2 m. del eje. Con el objeto de obtener el perfil más aproximado a la realidad, y por obligarlo así las dificultades del terreno, hemos tomado estos perfiles transversales, aproximadamente, a cada 5 metros de distancia. Los perfiles transversales comenzaron en la estación 88 y terminaron en la 93. Desde la estación 93 se tomó puntos de nivelación en dirección de la poligonal, para de esta manera obtener el perfil del río Guano y de la huerta sobre la que se halla la estación 94. Este sector se cerró con la estación 95 cuya cota fué dada por el Servicio Cooperativo, de esta manera se pudo efectuar la comprobación y se realizaron las correcciones necesarias.

Dibujo de planos y perfiles:

Previo al dibujo de los planos y como mi criterio es dibu-

jarlo bajo el sistema de coordenadas geográficas, hago los cálculos que me dan por resultado el cuadro N° 9. El dibujo de los planos lo hago en la escala 1:2500. La primera parte de cada hoja contiene suficiente traslape de la hoja adyacente para tener más facilidad en la localización de las estructuras.

Cada alineación lleva consigo su longitud y el Rumbo, entre dos alineaciones va el ángulo formado; las curvas de desnivel han sido dibujadas cada 1 m. de altura equidistante. (Los planos están en la sección correspondiente a la Línea de Transmisión). La hoja N° 4 está en la escala 1:1250 para apreciar mejor la bajada a Guano y el sitio donde se establecerá la llegada de la línea de transmisión.

Los perfiles longitudinales se dibujaron con las siguientes escalas: Horizontal 1: 2.500 y Vertical 1 : 500; esta marcada diferencia de escalas lo escogí para obtener una mejor concepción de los desniveles del terreno. Todos los dibujos se efectuaron conforme a los datos obtenidos por las Libretas de Topografía y de Nivelación.

Informaciones adicionales:

- A) Variación máxima de la temperatura.- Tabla N° 10
- B) Velocidad del viento.- Tabla N° 11

Estos datos fueron posibles obtener gracias a la colaboración del Servicio Meteorológico de la PAE

- C) Accesibilidad.- Para el sector comprendido entre Riobamba y Peña Roja no existe ninguna dificultad, ya que la línea irá junto a caminos muy importantes. En la zona entre Peña Roja y la Planta hidroeléctrica de Guano, la accesibilidad es mala, debido a la gradiente y a la naturaleza del suelo.

TABLA N° 10

MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO

1) Llanura entre Riobamba y Peña Roja: Dirección predominante NE

Velocidad máxima entre 2 p.m. y 5 p.m.

	Agosto	Septiembre	Octubre
Media mensual	7 Km/hora	7 Km/hora	9 Km/hora
Máxima mensual	10 Km/hora	12 Km/hora	18 Km/hora
Mínima mensual	5 Km/hora	2 Km/hora	4 Km/hora

2) Bajada a Guano:

Debido a la configuración topográfica, la dirección del viento es constante: NE y adquiere valores mucho mayores a los arriba anotados.

TABLA N° 11

MEDICIONES DE TEMPERATURA

Simultáneamente se realizaron mediciones de temperatura ambiente y de temperatura debida al fenómeno de Insolación, sobre un conductor de cobre.

1) Riobamba

	Ambiente	Insolación
Max.	28° C.	38° C.
min.	5° C.	4° C.

2) Guano

	Ambiente	Insolación
Max.	30° C.	42° C.
min.	8° C.	8° C.

Nota: Estos datos fueron registrados durante el mes de Noviembre de 1957.

TOPOGRAFIA DEL RAMAL STA. TERESITA - LOS ELENES

Este ramal tiene por objeto dotar de energía eléctrica al Balneario de Los Elenes, perteneciente a la Municipalidad de Guano. El reconocimiento se efectuó mediante un recorrido por toda la zona y se localizó la línea a partir del puente de Sta. Teresita, junto al camino a los Elenes hasta el sitio de los pantanos, de aquí directamente sobre el río Guano hasta el balneario.

Previo al levantamiento topográfico realicé el enlace entre la poligonal de la línea de transmisión Riobamba- Guano y el presente ramal en estudio. Para este fin me serví del punto auxiliar A, visible desde las estaciones 87 y 88 de la antedicha poligonal. Hice estación en 87 encené con 88, lancé la visual al punto A y leí el ángulo a, luego hice estación en 88 encené con 87 y con la visual a A leí el ángulo b. Finalmente hice estación en A encené con 87 y leí el ángulo formado con 88 que corresponde a c.

Una vez realizada la compensación del valor de los ángulos, calculé las distancias entre los vértices de este triángulo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{dist.}(88 - A) = \text{dist.}(88 - 87) \times \frac{\text{sen } a}{\text{sen } c} = 3.150 \text{ m.}$$

$$\text{dist.}(87 - A) = \text{dist.}(88 - 87) \times \frac{\text{sen } b}{\text{sen } c} = 3.154 \text{ m.}$$

Para hallar la cota del punto A, a partir de la cota de la estación 88, aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{Cota} = D \text{ tg. } \alpha \pm (e - R) \pm (h - m) \pm H$$

D = distancia entre 88 y A

α = ángulo vertical leído en la triangulación

e = error por esfericidad

R = error debido a la refracción

h = altura instrumental

m = altura sobre la que se ha puesto el hilo medio para leer el ángulo vertical.

H = Cota anterior (de la estación 88)

Los mismos resultados obtuvimos aplicando la siguiente fórmula, en la que también se aplica la corrección debida a esfericidad y refracción:

$$\text{Cota} = D \times \text{tg. } \alpha \pm \text{Cota anterior} \pm 0.000000661 D^2$$

Una vez calculadas las coordenadas y la cota del punto A iniciamos el levantamiento topográfico y la nivelación de este ramal. Se formaron 4 alineaciones, las tres primeras debidas a accidentes del terreno (árboles en dirección del polígono) y la última por cuestiones de diseño. El plano respectivo se encuentra en la sección correspondiente al diseño de la Línea de Transmisión.

TABLA N° 9

Coordenadas de la LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA - GUANO

Estacion	Distanc.	X Horiz.	Rumbo calculad.	COORDENADAS LATITUD		COORDENADAS LONGITUD		Acumuladas Latit.	Long.	E Y	E X	Rumbo corregid.	Coord. Correp. Latit. Long	Est.	
				+N	-S	-E	+W								
H 65			512-11E									512-11E		H 65	
H 66								-161848.274	+12403.772				-161.488274	+12.403.772	H. 66
A	27.00	224-59	532-48W		22.695		14.626	4870.969	418.398	-0.03074	-0.53272		-1.871.000	417.865	A
0+000	186.90	114-56	532-16E		158.037	99.778		2029006	318.620	-0.06148	-1.06544		2.029.067	317.555	0
0+136 ¹⁰	136.10	82-55	N50-39E	86.295		105.244		1942711	213.376	0.09222	-1.59816		1.942.803	211.778	1
0+150 ³⁰	14.80	94-10	N35-11W	12.096			8.528	1930.615	221.904	0.12296	-2.39088		1930.738	219.773	2
0+531 ⁸⁰	380.90	255-11-45	N40-01E	291.715		244.917		1638900	16976.987	0.15370	2.66360		1639.054	974.324	3
0+609 ³⁰	77.50	176-41-45	N36-43E	62.124		46.334		1576776	930.653	0.18400	3.19432		1576.960	927.457	4
0+695 ²⁰	83.90	182-01-15	N38-44E	65.448		52.496		1511328	878.157	0.21518	3.72904		1511.543	874.428	5
0+777 ²⁰	84.00	181-02	N39-46E	64.567		53.732		1446761	824.425	0.24592	4.26176		1.447.007	820.164	6
0+856 ²⁰	79.00	181-25-15	N41-11E	59.456		52.019		1387305	772.406	0.27666	4.79448		1.387.691	767.612	7
0+940 ¹⁰	83.90	178-22	N39-33E	64.692		53.423		1322613	718.983	0.30740	5.32720		1.322.920	713.656	8

CAPITULO TERCERO

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION.- Plano N° 6

Se lo realizó de la siguiente manera:

- 1) Sobre el plano actualizado de la población se localizó las cargas, en waticos, dichas cargas son las obtenidas en el Censo Eléctrico. Cada carga aplico a la casa correspondiente.
- 2) Dibujo los postes, procurando situarlos cada media cuadra y en las esquinas, tratando siempre de guardar entre sí una distancia de 45 metros.
- 3) Concentro las acometidas en el poste más cercano a las respectivas casas, procurando siempre que las acometidas sean cortas y tratando de evitar a lo máximo el feo aspecto creado por el cruce de alambres a través de las calles.
- 4) Una vez aplicadas las cargas en los postes, las multiplico por un factor de simultaneidad correspondiente a los siguientes valores, obtenidos luego de una prolongada observación del sistema de vida del guaneño:

Cargas hasta de:	factor de simultaneidad
100 w.	1
200 w.	0.8
300 w.	0.7
500 w.	0.6
1000 w.	0.5
1500 w.	0.4

2000 w.	0.3
mayor de 2000 w.	0.2

5) Aplicado su respectivo factor de simultaneidad los transformo en KVA y luego aplico el factor de multiplicación 1,5; este valor de multiplicación lo he tomado con el objeto de dar a mi red una reserva para el futuro.

La transformación de Kw a KVA lo realicé así:

$$KVA = \frac{Kw}{0.9} \times 1.5 = 1.67 Kw.$$

He tomado el valor de $\cos. \varphi = 0.9$ porque se trata de una población en donde el mayor consumo de energía eléctrica lo constituyen el alumbrado y los radio receptores.

6) Trazado de la red de baja tensión:

Se trata de una red AEREA, porque es la que más se ajusta al aspecto económico, medio de vida y porque la densidad de carga no exige el empleo de red subterránea.

El dibujo de la red se efectuó uniendo los postes mediante trazos que procuran guardar la mayor estética, comodidad del montaje y sobre todo la mayor economía. En los centros de mayor densidad de cargas formé mallas o anillos, para así obtener una mejor uniformidad de servicio y una notable economía de cobre. En los lugares suburbanos la red es radial, porque de esta manera se facilitan los constantes cambios que se originan en dichos sectores y además por la conformación misma de las calles.

También consideré la posibilidad de dividir a la ciudad en dos sectores completamente independientes:

- a) Zona central de la población hasta la plaza de La Inmaculada,
- b) barrio de Sta. Teresita.

7) Trazado de la red de alta:

Conociendo que la red de alta arranca desde el local de la planta hidroeléctrica, sitio al cual he previsto llegará la línea de transmisión desde Riobamba y en donde se ha previsto un desconector de cuernos. El recorrido de la línea de alta tensión requirió tomar en consideración el ancho de las calles, la altura de los edificios, las entrantes y salientes peligrosas y la longitud de recorrido. También se tomó en cuenta la probable localización de los transformadores y se trató de evitar a lo máximo, los cruces.

8) Localización de los transformadores:

Previo al cálculo del calibre de los conductores situé los transformadores en los nudos de mayor concentración de carga y en los sitios en donde se supone que resulta más económico colocar un transformador antes que usar calibres muy gruesos. Esto en un primer tanteo porque, al fin de fines, el cálculo de la sección de los conductores exige la correcta distribución de los transformadores.

9) Cálculo del calibre de la red de baja tensión:

Para facilitar la elección de los calibres elaboré el cuadro N° 12 en el cual constan; primeramente las resistencias óhmicas de los conductores más comunmente empleados en las redes de distri-

TABLA N° 12

Resistencia óhmica en Ω/km .

#10	#8	#6	#4	#2	#0
3.34	2.103	1.36	0.873	0.552	0.345

Caída de tensión en % para:
 1KVA/metro, $\cos \phi = 0.9$, $d = 6''$; $E = 210V$

#10	#8	#6	#4	#2	#0
0.00722	0.00456	0.00314	0.002115	0.001448	0.001004

Impedancia aparente de la línea Ω/km

#10	#8	#6	#4	#2	#0
3.21	2.14	1.41	0.935	0.64	0.45

Impedancia de los transformadores para baja tensión.

Tensión de cortocircuito de 5% en Ω

Potencia en KVA.	75	60	45	30	20
Z en Ω	0,0882	0.1103	0.147	0.2205	0,322

bución. Estos datos se obtuvieron de las casas fabricantes.

Luego tenemos el cuadro de la caída de tensión en %, este cuadro se calculó para 1 KVA/metro, $\cos \varphi$ 0.9; D = 6" y E = 210 V. y se aplicó la siguiente fórmula:

$$E = I.r.\cos \varphi \pm I.X.\text{sen } \varphi \quad ; \text{ en donde:}$$

r es valor obtenido de la tabla anterior

$$X = 2\pi f.L'_s \times 10^{-3} \text{ } \Omega/\text{Km.}$$

$$f = 60 \text{ c/s}$$

$$L'_s = 0,46 \log \frac{2,57 a}{d} \times 10^{-3} \text{ H/K (esto para alambres)}$$

$$L'_s = 0,46 \log \frac{2,75 a}{d} \times 10^{-3} \text{ H/K (para cables)}$$

a = distancia entre conductores y para conductores equidistantes y situados en un mismo plano (en mi caso vertical) tenemos:

$$a = \sqrt[3]{2D^3} = 1,26 D$$

d = diámetro del conductor.

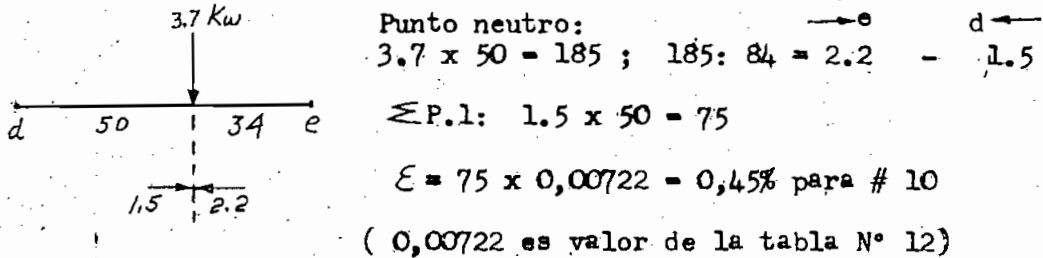
Como vía de información presento el cálculo de la parte superior de la red de baja, es el sector más importante de la población, y en donde tenemos todos los casos aplicados en el cálculo del presente proyecto. Plano N° 4 .

El cálculo de la red de baja comprende los siguientes pasos:

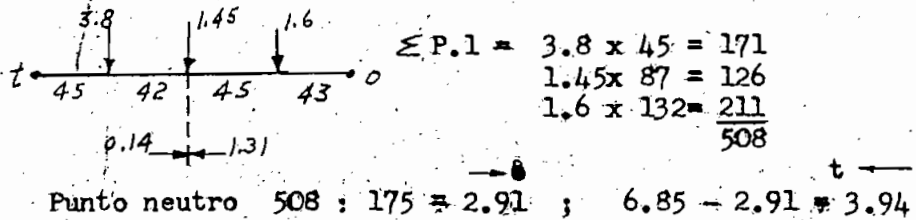
- a) Repartición de las cargas, aplicadas a los postes, entre los nudos adyacentes en razón inversa a las distancias.
- b) Cálculo de la sección de los ramales alimentadores a los nudos adyacentes a los transformadores, y en el cual he seguido el siguiente proceso; demostrado en las páginas subsiguientes.

e) Cálculo de la sección en los tramos interiores a los nudos de alimentación.

Ej: Tramo entre los nudos d y e:



Ej: Entre nudos t y o:



La sección se calcula hasta el punto neutro, desde el lado más desfavorable:

$$\Sigma P.l = 3.8 \times 45 = 171$$

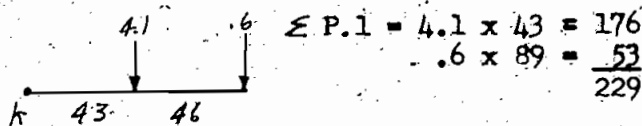
$$0.14 \times 87 = \frac{12}{183}$$

$$\epsilon = 183 \times 0,00456 = 0,83\% \text{ \#8}$$

$$\epsilon = 183 \times 0,00722 = 1,32\% \text{ \#10 Escogemos este calibre.}$$

d) Cálculo de la sección en los ramales radiales:

Ej: Ramal sobre el nudo k



ϵ admisible es 2%, porque hasta k fué 3%, con lo que en total tendremos 5%

$$\epsilon = 229 \times 0,00456 = 1,04\% \text{ para \# 8 y } 1,65\% \text{ para \# 10}$$

- e) Corrección de la sección calculada, debido al fenómeno de desfaseamiento, se aplica el factor 1,1, por admitirse un desfaseamiento de 10%.
- f) Comprobación de los conductores a la densidad de corriente.
- g) Uniformación de los calibres en los tramos rectos, a fin de facilitar el montaje mediante templeones largos.
- h) El calibre para el hilo neutro se suele tomar como el correspondiente al inmediato inferior al de las fases de su circuito.
Ej: Si la fase es # 4, el neutro será # 6.

10) Alumbrado público:

La red de alumbrado público es completamente independiente de la red de baja tensión; funciona comandado por un sistema de interruptores horarios o relojes que se colocan generalmente en las estaciones de transformación.

Cada reloj comanda a un cierto número de lámparas, las mismas que se conectan al hilo piloto que parte desde el reloj y al neutro de la red de baja tensión. Se admite generalmente que la sección del hilo piloto corresponde a los números 8 o 10 y se comprueba la caída de tensión mediante cálculos.

Son comunes en su empleo relojes de 30 y 60 Amp., cada uno aplicable según la carga de la zona a servirse, de cada reloj salen tres hilos pilotos correspondientes a las tres fases del sistema: R, S y T; el problema está en equilibrar las fases. Los relojes se fijan a los postes mediante abrazaderas (Plano N° 7) y se regulan a voluntad; nosotros haremos que funcionen de 6 p.m. a 6 a.m.

CALCULO LUMENOTECNICO:

Los niveles de iluminación requeridos para un tráfico medio es 3 lux y para un tráfico escaso es 1 lux.

Altura máxima de montaje si la distancia entre postes es de 45 m. $h = \frac{45}{6} = 7,50$ metros.

Cálculo de la intensidad de iluminación:

$I_M = \frac{F \times \eta}{S}$ S = superficie de calle iluminada
F es el flujo luminoso y tiene los siguientes valores para las lámparas incandescentes más usadas:
 $\eta = 0,35$

300 w = 5.100 lúmenes; 200 w = 3.260 lúmenes
100 w = 1.550 " 60 w = 820 "

a) Para las calles principales: ancho = 8 metros

$$I = \frac{3.260 \times 0,35}{360} = 3,17 \text{ lux, luego está bien emplear focos de 200}$$

b) En las avenidas: ancho = 20 metros

$$I = \frac{3.260 \times 0,35}{900} = 1,27 \text{ lux (No satisface un solo foco)}$$

1,27 x 2 = 2,54 lux Luego usaremos 2 focos de 200 w. cada media cuadra.

c) Calles secundarias: ancho = 6 metros

$$I = \frac{1550 \times 0,35}{270} = 2 \text{ lux Usaremos 1 foco de 100 w. cada 45 m.}$$

d) Suburbios ; ancho = 5 metros

$$I = \frac{1550 \times 0,35}{450} = 1,2 \text{ lux (valor aceptable)}$$

O sea en los suburbios emplearemos un foco de 100 w cada 90 metros.

Repartición de los focos entre los 3 hilos pilotos que salen de cada interruptor horario:

La potencia de cada hilo será:

$$N = 30 \times 120 = 3.600 \text{ w. o sea en cada hilo piloto podemos}$$

instalar 36 focos de 100, esto no sucede en la práctica ya que la caída de tensión limita mucho este concepto. El número de focos que pueden conectarse a cada hilo piloto depende pues, de la caída de tensión:

Cálculo de la caída de tensión en los hilos pilotos

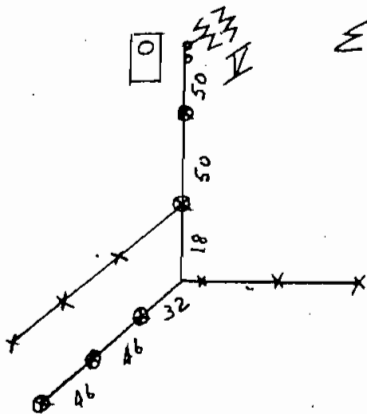
$$E = I \cdot r \cdot \cos \quad ; I = \frac{1000}{121} = 8,25 \text{ A} \quad \text{Para 1Kw. de potencia}$$

$$E\%_{\#10} = \frac{8,25 \times 100 \times 2 \times 3,34}{121} / k = 45,6 / \text{Km} = 0,0456 / \text{m cada Kw.}$$

$$E\%_{\#8} = \frac{8,25 \times 100 \times 2 \times 2,103}{121} / k = 28,7 / \text{Km} = 0,0287 / \text{m cada Kw.}$$

$$E\%_{\#6} = \frac{8,25 \times 100 \times 2 \times 1,36}{121} / k = 18,5 / \text{Km} = 0,0185 / \text{m cada Kw.}$$

Como vía de ejemplo calcularemos la caída de tensión en el hilo piloto S del transformador V y que tiene conectados 16 focos



$$\Sigma P. 1 = 1,6 \times 50 = 80$$

$$1,4 \times 50 = 70$$

$$0,9 \times 18 = 16,2$$

$$0,6 \times 32 = 19,2$$

$$0,4 \times 46 = 18,4$$

$$0,4 \times 46 = 9,2$$

$$\underline{213,00}$$

$$x = 100w$$

$$o = 200w.$$

Reloj

$$E = 213 \times 0,0185 = 4\% \text{ para } \# 6$$

$$213 \times 0,0287 = 6\% \text{ para } \# 8 \text{ (escogemos este calibre, o debe-}$$

mos transformar la distribución de los focos, pasando a otro circui-

to vecino) Por mi parte estoy satisfecho con el # 8 y con esa caída.

de tensión, siempre he procurado que todos los pilotos no sean mayo-

res del N° 8, y para eso he efectuado numerosos tanteos.

-33-

Comprobación del grado de regularidad:

a) Cálculo de la intensidad luminosa en el punto medio entre dos lámparas: v.g. de 300 w.

$$E = \frac{F \times E_{\alpha} \times I'_{\alpha}}{1000 \times 1000} = \frac{5.100 \times 0,59 \times 120}{1000 \times 1000} = 0,36 \text{ lux}$$

como son 2 lámparas tenemos 0,72 lux

F = flujo luminoso, para un foco de 300 w, es 5.100 lúmenes

E_{α} = valor dado por los manuales para un valor de $\alpha = 71^{\circ}$ para una intensidad luminosa de 100 bujías y distribución regular.

I'_{α} = Intensidad correspondiente a este ángulo en la curva de distribución del foco, y un rendimiento de 80%

b) Intensidad luminosa bajo la lámpara: según las tablas luminotécnicas para:

$d = 0$ y $h = 7,50m$; $E_{\alpha \max} = 12 \text{ lux}$, y en la curva tenemos:

para $\alpha = 0$ $I'_{\alpha} = 105$ bujías

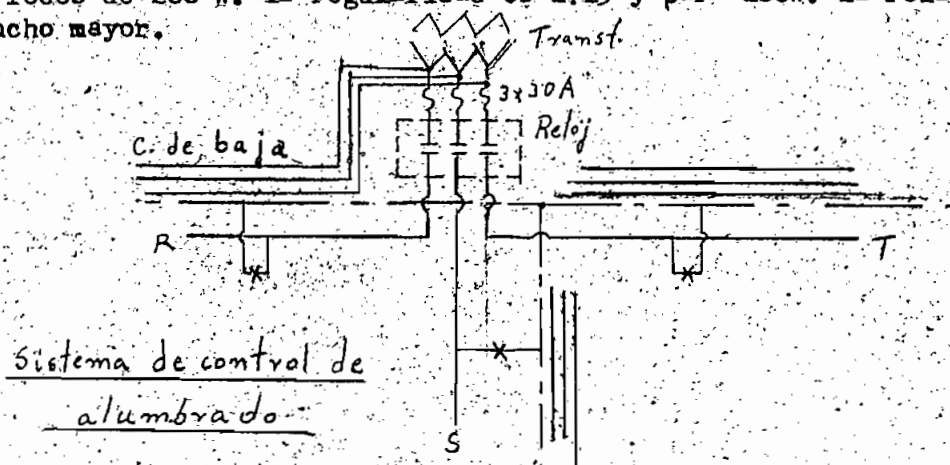
$$E_{\max} = 12 \times \frac{105 \times 5.100}{1000 \times 1000} = 6,5 \text{ lux}$$

c) Grado de regularidad:

$$\frac{E_{\min}}{E_{\max}} = \frac{0,72}{6,5} = 0,11$$

como la regularidad admisible varía entre 0,1 y 0,2 estamos bien.

Con un buen reflector se consigue un mejor grado de uniformidad, pero es el factor económico el que prima también en este caso. De la misma manera se calcula para focos de 200 y 100 w. y se obtuvo que para focos de 200 w. la regularidad es 1:13 y para 100w. la relación es mucho mayor.



11) Potencia de los transformadores:

Después de haber efectuado varios tanteos, para obtener el calibre más satisfactorio, he llegado a conocer las corrientes que acuden a cada transformador; a éstas se suman las potencias de los interruptores horarios y de esta manera se obtiene la potencia total de cada transformador.

Como las potencias de los transformadores son estandarizadas, por las casas fabricantes, procuro que cada transformador, dentro de los límites fijados, pueda servir a toda su demanda. En general se instalarán los transformadores con potencias menores a las calculadas, de esta manera se podrá aprovechar su capacidad de sobrecarga y además se rebajará el costo inicial de la instalación. Cuando haya aumentado la carga en el transformador, fácilmente se podrá cambiarlo con uno de mayor potencia y así llegar hasta el transformador calculado.

Emplearemos: 1 transformador de 75 KVA
2 transformadores de 60 KVA
5 " " 45 KVA
5 " " 30 KVA
1 transformador de 20 KVA

todos ellos serán trifásicos y enfriados en aceite. Todas las demás especificaciones se estipulan en la lista de materiales.

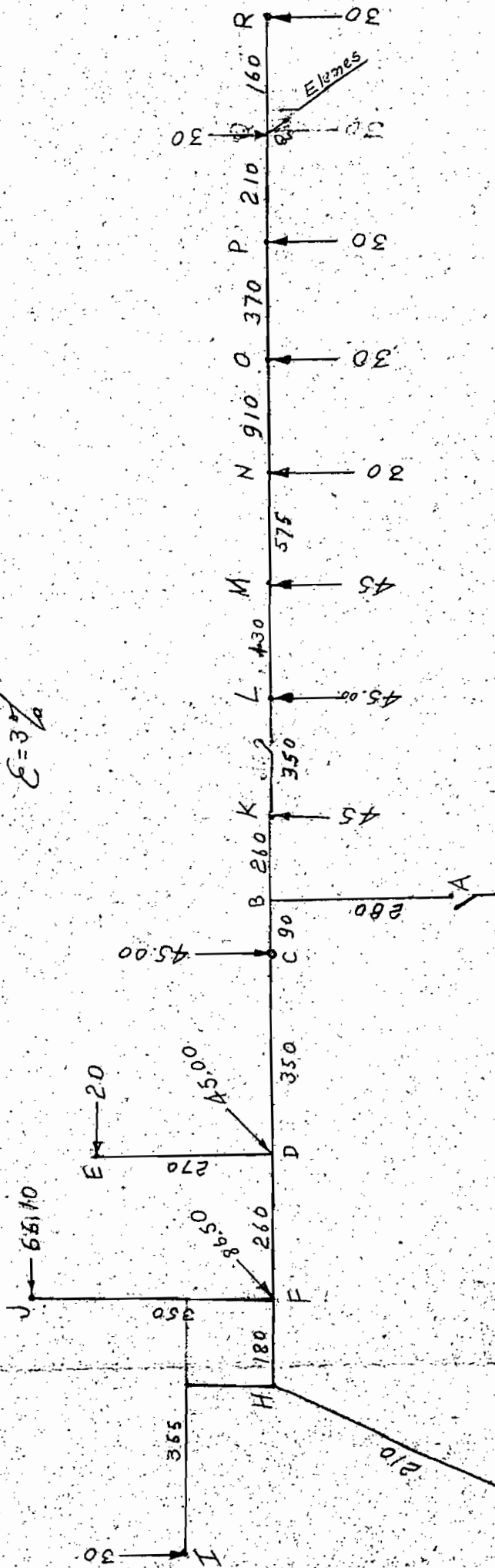
12) Cálculo de la red de alta tensión: Plano N° 5

Es un circuito radial y lleva un desconectador en la Plaza de ~~St.~~ Inmaculada, el cálculo de la sección se lo realizó de la siguiente manera:

Red de ALTA TENSION

Cálculo del calibre

$$\epsilon = 3\%$$



Esquema de la red de

ALTA TENSION

Plano N° 5

1) Método general

$$I = \frac{N}{6,300 \times \sqrt{3}} = \frac{637,60 \text{ KVA}}{6,300 \times \sqrt{3}} = 58.6 \text{ A} \text{ corresponde a } \#8$$

Usaremos #6 para compensar la caída.

2) La máxima caída de tensión entre el 1º y el último transformador, será 3% o sea:

$$\frac{3 \times 6,300}{100} = 190 \text{ V}$$

La caída de tensión calculare con la siguiente fórmula

$$E = \frac{Kw \times Km \times V}{0,01 \times E}$$

Calculamo V para 1Kw, 1Km, $\cos \phi = 0,9$, 100 V.
calibre #6, distancia equivalente 60 cm.

$$I = \frac{1.000}{100 \times 0,9 \times \sqrt{3}} = 6.41 \text{ A}$$

$$E_s = \sqrt{(E_R \cos \phi + IR)^2 + (E_R \sin \phi + IX)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{100}{\sqrt{3}} \times 0,9 + 6,41 \times 1,36\right)^2 + \left(\frac{100}{\sqrt{3}} \times 0,42 + 6,41 \times 0,447\right)^2}$$

$$= \sqrt{(51,9 + 8,72)^2 + (24,25 + 2,87)^2} = 66,5$$

$$E_{\text{neutro}} = 66,5 - 57,8 = 8,7 \text{ V}$$

$$E_{\text{fase}} = 8,7 \times \sqrt{3} = 15,05 \text{ V} \quad \text{Para } \#8, E_s = 27 \text{ V}$$

Se calcula por tramos

a) Tramo I B

Tramo H I

$$E = \frac{30 \times 0,9 \times 0,355 \times 15,05}{0,01 \times 6,3} = 2,28 \text{ V}$$

Tramo H G

$$E = \frac{60 \times 27 \times 0,21}{6,3} = 5,4 \text{ V}$$

Tramo H F

$$E = \frac{90 \times 0,18 \times 15,05}{0,363,0794} = 3,86 \text{ V}$$

Tramo F J

$$E = \frac{66,10 \times 0,35 \times 27}{63,118} = 9,9$$

$$E_j = 6311,8 - 9,9 = 6.301,9$$

$$E_r = \frac{66,10 \times 0,35 \times 27}{63,019} = 9,9 \text{ V}$$

Tramo D F

$$E = \frac{242,60 \times 0,28 \times 15,05}{63,118} = 15,02 \text{ V}$$

- 36 -
Tramo ED

$$E = \frac{20 \times 0,27 \times 27}{63,268} = 2,3$$

$$E_E = 6.326,8 - 2,3 = 6.324,52$$

$$E_E = \frac{20 \times 0,27 \times 27}{63,245} = \underline{2,3V}$$

Tramo CD

$$E = \frac{307,60 \times 0,35 \times 15,05}{63,268} = \underline{25,6V}$$

Tramo BC

$$E = \frac{352,6 \times 15,05 \times 0,09}{63,524} = \underline{7,52V}$$

b) Tramo BR

De manera similar al IB

c) Tramo AB

$$E = \frac{(285 + 352,6) \times 0,28 \times 15,05}{64,756} = \underline{41,5V}$$

Caída total = 33,1

$$E_{BI} = 72,15V \approx 1,14\%$$

$$E_{BR} = 115,68V = 1,83\%$$

$$E_{AB} = 41,5V = 0,66\%$$

$$229,33V = 3,63\% > 3\% \text{ el \#6 es O.K.}$$

Tramo más peligroso AR

$$E = 1,23 + 0,66 = 2,49 < 3\% \text{ el \#6 es O.K.}$$

3) Densidad de corriente

El #6 puede admitir hasta 120 A
#8 " " " " " 70 A

Tramo desfavorable FJ

$$I = \frac{66.100}{\sqrt{3} \times 6.300} = 6,1A \text{ el \#8 es O.K.}$$

Tramo AB

$$I = \frac{637,6}{6,3 \times \sqrt{3}} = 58,5A \text{ \#6 es O.K.}$$

13) Cálculo de fusibles:

A) Fusibles para los transformadores en el lado de alta tensión:

Como valor aproximado se tomó el 200% de la corriente calculada para cada potencia nominal de los transformadores, ya que su fin primordial es proteger al transformador en el caso de un corto circuito, y evitar las desconexiones en el caso de pequeñas sobrecargas. Conforme datos obtenidos tengo que:

Para transf. de 75 KVA	I es 6,9 Amp.	el fusible será de 10 Amp.
para " " 60 KVA	I " 5,5 Amp.	" " " " 8 Amp.
" " " 45 KVA	I " 4,1 Amp.	" " " " 8 Amp.
" " " 30 KVA	I " 2,75 Amp.	" " " " 5 Amp.
" " " 20 KVA	I " 1,85 Amp.	" " " " 3 Amp.

B) Fusibles para el lado de baja tensión:

Este valor tomamos de tablas existentes y su fin es proteger al transformador en el caso de corto circuitos en el lado de baja. Lo aconsejable hubiese sido emplear reconectores automáticos, pero debido a su elevado coste no lo consideramos; además cabe anotarse que las posibilidades de que se produzca un cortocircuito en el lado de baja tensión, son bastante remotas, debido a que los conductores son aislados y la tendencia moderna es no utilizar ningún fusible en el lado de baja tensión de los transformadores conectados a una malla.

Sin embargo en el caso que se considere la posibilidad de cortocircuitos en la red de baja, y más que nada se quiera emplear conductores desnudos entonces se puede subdividir a la red mallada en numerosos y pequeños anillos independientes, cada uno servido por

sus propios transformadores. Yo no considero este caso porque; primeramente mis conductores son aislados y luego porque de efectuar estos seccionamientos en mi red de baja necesitaría aumentar el número de estaciones de transformación, con lo cual subiría enormemente el costo del proyecto. Es por esto que corro el riesgo de dejar sin servicio un sector hasta que se despeje la falla ocasionada.

Conforme a datos proporcionados por los fabricantes, emplearemos los siguientes fusibles de baja tensión:

En transf. de 75 KVA fusibles de 200 Amp.

" " " 60 KVA " de 160 "

" " " 45 KVA " de 125 "

" " " 30 KVA " de 80 "

" " " 20 KVA " de 60 "

14) CALCULO MECANICO DE LOS CONDUCTORES:

En la red de baja tensión y con el objeto de que los conductores presenten flechas aceptables, el tendido se efectuará con tensiones específicas no superiores a 6 Kg/mm². De acuerdo a estas condiciones la flecha se calcula con la siguiente fórmula:

$$f = \frac{a^2 \cdot p}{8t \cdot g} = \frac{a^2 \cdot 1 \cdot d \cdot 10^{-3}}{8t \cdot g} = 0,375 \text{ m.} \quad a = \text{vano}$$

La acción del viento sobre los conductores producirá también en éste un cambio de condiciones, pero debido a la pequeña luz entre vanos no hará que la tensión sea mayor de 12 Kg/mm², lo cual no crea peligro ya que la ruptura del cobre es a 40 Kg/mm².

En alta tensión tenemos el mismo fenómeno, ya que los postes están también a 45 m. pero existe la ventaja de que las secciones

son menores y en consecuencia menor su peso y menor la acción del viento sobre su superficie.

15) CALCULO DE LOS POSTES.

Para la red de alta tensión se emplearán exclusivamente postes de hierro tubular de 9,14 m. de alto, se enterrará 1,60 m. que equivale aproximadamente a 1/6 de su longitud. En su parte superior llevará una cruceta de hierro perfilado, en la cual van los 3 aisladores para la línea de alta tensión. En los mismos postes van los conductores de baja tensión y el hilo piloto para el alumbrado público. Las estaciones de transformación están constituidas por dos postes de hierro tubular (Plano N° 7) en donde se detalla todos los implementos que llevará. En este mismo plano se puede apreciar la cruceta para la alta tensión, los racks para la baja tensión, el reloj, y el sistema empleado en la puesta a tierra.

En la red de baja que no va con la de alta, se emplearán postes de acero tubular en las calles principales y postes de madera en las restantes, los postes de madera llevarán racks de 5 o 3 aisladores sujetos mediante tifones, (Plano N° 8).

Cálculo de comprobación de los postes de acero tubular:

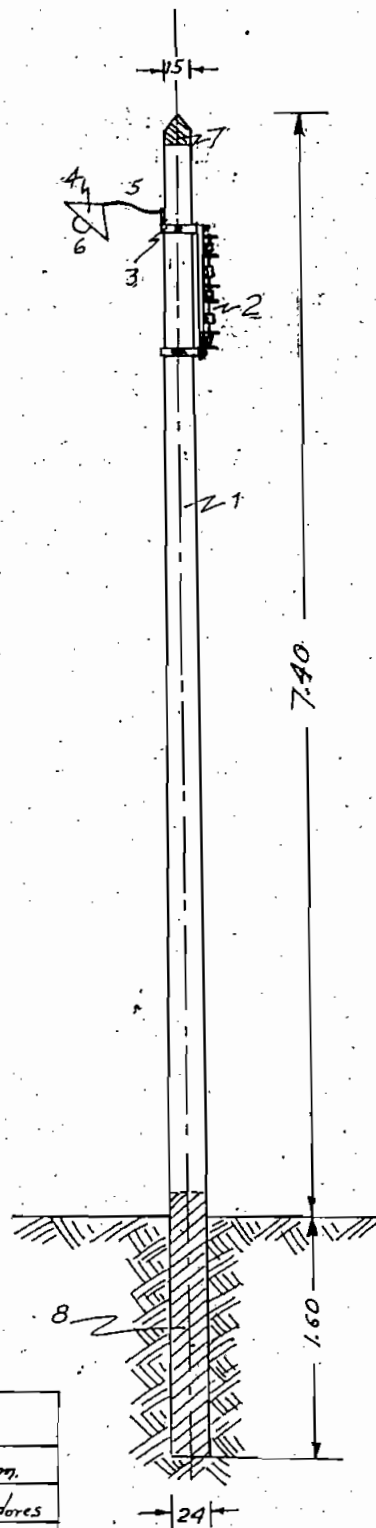
Empuje del viento a través de los conductores:

$$W_e = 3 d \cdot L \cdot 0,5 w$$

Empuje del viento en el poste:

$$W_1 = \frac{d \cdot D}{2} \times L \times 0,5 w$$

Para el viento considero una presión de 125 Kg/m² y corresponde



N°	Cant.	Detalle
1	1	Poste madera 9m.
2	1	Rack con 5 aisladores
3	2	Abrazaderas con perno y tuerca
4	1	Paratalla
5	1	Brazo hornamental
6	1	Foco 100 w.
7		Punta alquitranada
8		Entierro alquitranado

Electrificación de GUANO

Poste madera
red baja tensión

Diseñado
H-V-S
Revisado

Escala
1:50

Plano N° 8

a una velocidad del viento de 120 K/h o huracán de 36 m/s.

Luz = 45 m. S = 13,30 mm² D = 4,115 mm. para alta tensión
 S = 21,15 mm² D = 9,1 mm. para baja tensión
 S = 8,366 mm² D = 5,7 mm. para alumbrado

Empuje del viento: = 3 x 0,004115 x 45 x 0,5 x 125 = 34,7 Kg (alta)
 3 x 0,0091 x 45 x 0,5 x 125 = 73,7 " (baja)
 1 x 0,0073 x 45 x 0,5 x 125 = 19,7 " (neutro)
 1 x 0,0057 x 45 x 0,5 x 125 = 15,4 " (alumb)

143,50Kg.

Empuje del viento en los aisladores:

5,00 "

Empuje del viento en las crucetas: 0,133m² x 100K/m² = 13,3 Kg.

161,80 Kg

Empuje del viento en el poste:

$$W_{im} = \frac{12,7 \pm 17,8}{2 \times 100} \times 7,55 \times 60 = 69 \text{ Kg.}$$

$$z = \frac{7,55}{3} \times \frac{17,8 \pm 25,4}{17,8 \pm 12,7} = 3,57$$

Momento de flexión en la base:

$$M = 161,8 \times 7,55 \pm 69 \times 3,57 = 1.468,00 \text{ Kgm.}$$

Coefficiente de trabajo:

$$R = \frac{10 \times 17,8^4 \times 1468}{(17,8^4 - 12,7^4)} = 3,5 \text{ Kg/mm}^2$$

Luego el poste resiste perfectamente ya que el coeficiente de trabajo para tubos de acero es de 12 Kg/mm²; de esta manera se pueden comprobar todos los demás postes, teniendo en cuenta que el coeficiente de trabajo para los postes de madera es 145 Kg/cm². El enterramiento de los postes es en general de 1/5 a 1/6 de su longitud total.

En la línea de alta tensión he empleado postes de acero, por su mayor resistencia mecánica, mayor duración, lo que representa menor número de interrupciones y finalmente mejor aspecto.

En los ángulos se emplearán anclajes de acero y la manera de cálculo está mejor detallada en la sección de la Línea de Transmisión.

CAPITULO CUARTO

LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA - GUANO

DISEÑO ELECTRICO

Teniendo presente que la potencia de cálculo es de 500 Kw. procedo a seleccionar la tensión y el calibre más económica y técnicamente conveniente; con este objeto elaboré el Cuadro N° 13, mediante el cual he decidido que el conductor más conveniente es el de cobre # 00, y la tensión de transmisión 6.300 voltios.

El cálculo de la tabla N° 13 se elaboró de la siguiente manera:

Primera columna: Tensiones de fase a escogerse:

6.3 KV - 11 KV - 22 KV - 44 KV

Segunda columna: Tensiones al neutro, son iguales a las tensiones en las fases respectivas divididas para raíz cuadrada de 3.

3,64 KV - 6.35KV - 12.7KV - 25.4 KV

Tercera columna: Corrientes a transmitirse; a plena carga

$$I = \frac{KVA}{KV \times \sqrt{3}}$$

Cuarta columna: Calibres a analizarse, tomo tres para cada tensión, lo escogí aplicando la siguiente fórmula:

$$S_{CU} = \frac{100 \times L \times N (w)}{56 \times P_p \% \times E^2 \times \cos^2 \phi}$$

$$\text{Si } P_p \% = 5 \% \text{ y } \cos \phi = 0.8$$

Quinta columna: Valor obtenido de las "Características de los conductores de Cu. estirado al frío" para un 97,3% de conductibilidad, y dado en libras/ milla.

Tabla #13

Selección de la sección y del voltaje de la línea
 N = 500 Kw ; l = 9 Km = 5.6 millas cos $\phi = 0.8$ f = 60 ω/s ; 3 fases

Voltage KV	Conductores						Costo Inicial						Costo anual de operación													
	entre fases	al neutro	A.W.G.	peso total lbs.	Resistencia Ω	Pérdidas totales I ² R		Pérdidas totales en año kWh.	Caida ohmica en % IR	Caida inductiva en % IX	Caida total en plena carga %	Conductores # 0.31/lb	Transformador # 600 KVA	Interrupciones y controles	Pararrayos	Alisadores	Total en \$ con 30% de recargo	Interés del costo inicial al 8%	Depreciación sobre el costo inicial al 10%	I ² R pérdida a 90.10 por kWh.	Total					
						100% carga	25%																			
6.3	364	573	2	29,900	3.11	30.6	1.91	121,360	4.9	6.00	7.52	—	—	—	—	—	154,900	16.120	20,140	12,140	48,400	154,900	19,450	24,270	9,650	53,370
11	635	328	2	18,200	4.93	48.5	3.04	192,700	7.7	6.25	9.90	—	—	—	—	—	98,200	10.200	12,760	19,270	42,230	98,200	20,000	29,250	6,310	58,980
22	127	164	6	11,450	7.95	25.7	1.61	102,200	4.1	2.13	4.56	—	—	—	—	—	279,300	20.000	36,330	3,970	69,400	279,300	26,400	32,930	1,580	60,910
44	254	82	6	7,050	12.22	9.87	0.61	39,100	1.58	0.58	1.61	—	—	—	—	—	199,300	20,700	25,910	3,910	50,520	199,300	23,000	28,710	2,540	54,250
44	254	82	6	18,200	4.93	0.99	0.06	3,980	0.16	0.14	0.21	—	—	—	—	—	77,500	70,200	87,650	3,980	158,250	77,500	70,200	87,650	3,980	158,250
44	254	82	6	11,450	7.95	1.6	0.32	6,360	0.25	0.15	0.29	—	—	—	—	—	640,500	66,700	83,300	6,360	150,600	640,500	66,700	83,300	6,360	150,600
44	254	82	6	7,050	12.22	2.46	0.49	9,740	0.4	0.16	0.41	—	—	—	—	—	619,500	64,400	80,550	9,740	145,920	619,500	64,400	80,550	9,740	145,920

peso = 3 x distancia x peso (lb/milla)

6° Columna: La resistencia se obtiene multiplicando la distancia por el valor obtenido de las tablas.

7° Columna: $W = R \cdot I^2 \cdot 3$

8° Columna: $\frac{\text{Kw a 100\% de carga}}{\text{Kw totales}} \times 100$

9° Columna: Mediante la siguiente proporción, y considerando que la carga influye en relación cuadrada sobre las pérdidas de potencia.

Si al 100% de carga las pérdidas son a Kw.
al 25% " " serán x Kw.

$$x = a \text{ Kw} \cdot (1/4)^2 = b \text{ Kw}.$$

10 Columna: Pérdidas totales en el año en Kwh.

Pérdidas a 100% x 10 horas x 365 días

± Pérdidas a 25% x 14 horas x 365 días

11° Columna: Caída óhmica en % (I.R)

$$\frac{R \cdot I \cdot 100}{E_n} \%$$

12° Columna: Caída inductiva en % (IX)

X es un valor dado por las tablas de los conductores y considero que la distancia equivalente es de:

3 pies para 6.3 KV (debido a las luces grandes que emplearé)
3 " " 11.0 KV
4 " " 22.0 KV
7 " " 44.0 KV

$$\text{Caída} = \frac{I \cdot X \cdot 100}{E_n} \%$$

13° Columna: Caída total = $I \cdot R \cos \phi \pm I \cdot X \sin \phi$

14° Columna: Costo inicial de los conductores; el precio fluctúa con la balanza de cambios de moneda y, continuamente, se nota en estos últimos tiempos la baja de precio.

He considerado para mis cálculos a \$ 700 la tonelada

15° Columna: Para 6.3 KV como voltaje de transmisión, lo único que se requiere, a la llegada en Guano, es un seccionador de cuernos, ya que la tensión de salida desde los paneles de distribución en Riobamba es también a 6,3 KV.

A 11 KV se emplearán dos transformadores, uno en Riobamba para elevar la tensión de 6,3KV a 11 KV y otro en Guano para bajarlo nuevamente a 6.3 KV. Además se requieren 2 seccionadores para 11 KV. 6 pararrayos, también 3 juegos de fusibles de alta para 11 KV y 40 A. y 3 para 6,3 KV y 100 Amp.

A 22 KV también se necesitan dos transformadores para cambiar la tensión de 6,3 KV a 22 KV y todos los demás implementos mencionados para 11 KV, pero a la tensión de 22 KV.

A 44 KV no consideramos ya que necesitaríamos un dispositivo y un juego completo de aparatos al aire libre en la subestación de Riobamba, lo cual encarecería demasiado el costo de la línea, cabe mencionar que 44 KV. es la tensión de transmisión de Alao a Riobamba.

16° Columna: Interruptores automáticos y controles

Para 6.300 v. tenemos 3 seccionados unipolares \$22,00 c/u, \$66,00

" 11.000 v un seccionador tripolar que cuesta \$100,00 ± \$170 por un control. automático.

" 22.000 v un seccionador tripolar que cuesta \$418,00 ± \$170

" 44.000 v un seccionador tripolar \$1650 ± \$4.020 por un interruptor automático, 3 transformadores de corriente \$547,00 c/u y \$1.100 por un transformador de tensión.

17° Columna: Se emplearán 3 pararrayos a la llegada y 3 a la salida. Para 6.3 KV cada uno cuesta \$ 34,00

Para 11 KV cada uno cuesta	\$ 41,60
" 22 KV " " "	\$ 78,50
" 44 KV " " "	\$153,50

18° Columna: Aisladores (Precio de venta en Electro Ecuatoriana)
se necesita uno por fase y por poste

Para 6,3 KV cuesta	S/19 c/u
11,00	" 25 "
22,00	" 70 "
44,00	" 258 "

Si la distancia de transmisión es de 9 Km, y suponiendo que cada poste va a 20 metros, necesitaríamos 100 postes, luego requeriríamos 300 aisladores.

19° Columna: El total está dado en sucres, considerando el dollar a S/. 15,50 y con un 30% de recargo por transporte y montaje.

20° Columna: Interés del costo inicial al 8%.

21° Columna: Costo anual de operación, consideramos una depreciación sobre el costo inicial al 10% (valor alto, pero tomado por circunstancias del medio guaneño). A este se aplica el factor de multiplicación de 1.3 porque en 10 años la cuota de multiplicación es 1,3.

22° Columna: Pérdida de potencia a 10 ctvs. el Kwh.

23° Columna: El total es la suma de las tres últimas columnas.

Una vez sacados los valores correspondientes para cada una de las tensiones y para cada uno de los calibres estipulados se hace un estudio comparativo del conductor más barato que se haya calculado. Pero hay que tener presente que el conductor escogido debe guardar los requisitos y exigencias de la técnica, sobre la caída de tensión y la pérdida de potencia. Nosotros admitimos una caída máxima de tensión del 5%, y una pérdida de potencia también del 5%.

Vemos que el conductor más barato es el número 2 y para la tensión de 6.300 V, pero no lo escogemos porque con este conductor se produce una caída de tensión del 9,9% y una pérdida de potencia de 9,7 %; igual cosa podemos decir del conductor # 0 , la caída de tensión es 7,52% y la pérdida de potencia 6,12%.

El conductor 00 es el escogido para nuestro diseño, en él se produce una caída de tensión del 6,64%, esto en el caso de máxima carga, o sea dentro de un plazo de 10 años, además esa caída de tensión podemos compensar con los taps. de los transformadores y en el peor de los casos y cuando se decida ampliar el servicio de energía eléctrica a todas las poblaciones del cantón Guano, entonces podemos elevar la tensión a 11 o 22KV, según el grado de potencia que se considere, y aprovechar los mismos conductores. La pérdida de potencia del 4,86% está dentro de las normas internacionales.

Comprobación contra pérdidas producidas por el efecto corona:

La intensidad del campo eléctrico necesario para iniciar la ionización del aire es proporcional a su densidad, la que a su vez varía en proporción directa de la presión e inversa de la temperatura absoluta.

El coeficiente relativo a la densidad del aire vale:

$$\delta = \frac{3.92 H}{273 + t} ; \text{ consideramos a } t = 40^{\circ}\text{C. y H se calcula mediante la fórmula de Halley:}$$

$$\log H = \log 76 - \frac{h}{18336} ; \text{ si } h = 2.800 \text{ m. sobre el nivel del mar}$$

$$H = 52,15 \text{ cm. de mercurio y } \delta = 0,65$$

$$E_{\text{crit}} = m_c \cdot \delta \cdot 21,4 \cdot r \cdot 1,26 \ln \frac{D}{r}$$

$m_c = 0,83$ para cable de 7 hilos, este valor se debe a las irregularidades de la superficie de los conductores.

D = distancia equivalente, 3 pies = 0,91 m.

luego: $E_{crit.} = 27,2$ KV mayor que 6,3 KV, luego no hay peligro.

Debido a este efecto corona no existe ninguna pérdida de potencia digna de consideración.

Elección de los aisladores:

1) Tensión de descarga al húmedo, debe ser aproximadamente 5 veces la tensión nominal.

Descarga de contorno en seco = $6,3 \times 5 = 31,5$ KV, se escogerá el dry flash over de 33 KV.

También se determina prácticamente mediante la siguiente fórmula:

$$15 \pm 3 \times 6,3 = 34,9 \text{ KV, o sea seguimos con el 33 KV.}$$

2) La tensión del arco bajo lluvia es generalmente equivalente a los $2/3$ del valor de la tensión del arco en seco; será, entonces, 22 KV.

Emplearemos aisladores tipo PIN en casi todas las torres y postes, excepto en las de retención, en donde emplearemos aisladores de retención.

Línea de protección o línea de tierra:

No empleo, debido a que se trata de una línea de corta longitud y porque atravieza zonas en donde las descargas atmosféricas son escasas.

Pararrayos:

Consiste en un explosor cuya distancia entre armaduras no es vencida por la tensión normal entre tierra y línea, pero sí en el

caso de sobretensión, produciéndose la descarga a tierra. Se colocarán 3 pararrayos al comienzo de la línea y otros 3 en Guano, en la estación de llegada, los pararrayos son para 6,3 KV, 60 ciclos y 2,680m. sobre el nivel del mar.

En caso de un cortocircuito en la línea de transmisión, se disparará el automático localizado en la subestación de Riobamba. El Plano N° 9 representa la salida del circuito para Guano, junto al feeder de alta tensión para Riobamba, desde la subestación.

DISEÑO MECANICO

Cálculo mecánico de los conductores:

Las líneas se hallan bajo la acción del viento y de las variaciones de temperatura que se producen a través de los diversos días del año. Tablas N° 10 y 11.

Los cálculos son para el conductor OO, con $\sigma_a = 12 \text{ Kg/mm}^2$, la presión del viento sobre la superficie de los conductores será de 60 Kg/m² y se calcula de la siguiente manera, sabiendo que la velocidad máxima del viento en esa zona será de 120 Km/hora.

$$p = 0,007 v^2 = 100 \text{ Kg/m}^2$$

el factor de reducción para superficies cilíndricas le considero de 0,6, entonces: $p = 60 \text{ Kg/m}^2$.

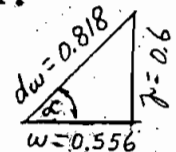
a) Intensidad del viento sobre el conductor, si la luz ideal es 90 m.

$$W = p \times D = 0,556 \text{ Kg/m} \quad D = \text{diámetro del conductor.}$$

b) Componente del peso:

$$f = s \times \delta = 8,9 \times 67,43 = 0,6 \text{ Kg/m}$$

$$\text{luego: } d_w = \sqrt{0,6^2 + 0,556^2} = \sqrt{0,36 + 0,31} = 0,818 \text{ Kg/m}$$



d) Para calcular la flecha, aplicamos la siguiente fórmula:

$$f_w = \frac{d_w \cdot L^2}{8 \cdot \sigma_a} = 1,024 \text{ m. } \text{ y } d_w = 0,818: 67,43 = 0,01213 \text{ Kg/mm}^2$$

Para $L = 80 \text{ m.}$ $f = 0,81 \text{ m.}$

$L = 90 \text{ m.}$ $f = 1,024 \text{ m.}$

$L = 100 \text{ m.}$ $f = 1,265 \text{ m.}$

e) Ahora consideramos la variación de temperatura y su influencia sobre la flecha, mediante la ecuación del cambio de condiciones:

$$\sigma_x^2 \left[\sigma_x - \underbrace{\sigma_1 \pm \frac{8}{3} E \left(\frac{f}{L} \right)^2 \pm E \epsilon_t (t_x - t_1)}_A \right] = \underbrace{\frac{8}{3} E \left(\frac{f}{L} \right)^2}_B$$

o sea: $\sigma_x^2 \left[\sigma_x \pm A \right] = B \quad (2)$

ϵ_t = coeficiente de expansión = $1,7 \times 10^{-5}$ por 1° C.

γ = peso específico.

$t_x = 40^\circ \text{ C.}$; $t_1 = 0^\circ$

E = módulo de elasticidad para el Cu. es 11.000 Kg/mm^2
reemplazando por sus valores tenemos:

Para $L = 80 \text{ m.}$ $B = 232$ y $A = -1,52$

" $L = 90 \text{ m.}$ $B = 294$ y $A = -0,71$

" $L = 100 \text{ m.}$ $B = 327$ y $A = 0,18$

Ahora debemos encontrar un valor de σ_{40} que satisfaga la ecuación (2), ella se resuelve mediante tanteos y tenemos; finalmente:

$L = 80 \text{ m.}$ $\sigma_{40} = 6,7$ y $f = 1,06 \text{ m.}$

$L = 90 \text{ m.}$ $\sigma_{40} = 6,9$ y $f = 1,307 \text{ m.}$

$L = 100 \text{ m.}$ $\sigma_{40} = 6,84$ y $f = 1,63 \text{ m.}$

f) Tracción total de las líneas en los sitios de suspensión:

Admitiendo el factor de seguridad 2,5, y si la carga de rotura para el Cu. es de: 40 Kg/mm^2

$$T_m = \frac{40 \times 67,43}{2,5} = 1.080 \text{ Kg.}$$

- g) Tracción total de las líneas en los sitios de retención:
Para $L = 80$ m.

$$T = 12 \times 80 \times 3 = 2.880 \text{ Kg.}$$

- h) Angulo de batimiento de las líneas:

$$\cos \alpha = \frac{0,556}{0,818} = 0,68 \quad \text{o sea} \quad \alpha = 42^\circ 40'$$
$$\beta = 47^\circ 20'$$

DISEÑO DE LOS POSTES DE MADERA

La línea de transmisión es una combinación de postes de madera y postes de acero tubular, los cuales se emplearán solamente en los sitios de retención. Los postes de madera llevan los aisladores en pernos curvos. Plano N° 10

En maderas comunes y con grados medios de humedad, las cargas en el límite de elasticidad pueden considerarse de 220 Kg/cm^2 por extensión y de 160 Kg/cm^2 por compresión. Se adopta 150 Kg/cm^2 . La distancia del conductor más bajo a tierra no debe ser menor de 6 m., el enterramiento lo considero de 2 m, la distancia entre fases 1 m, la flecha para una luz de 90 m. es 1,30 m. y como 20 cm. la altura del aislador y perno, para el cálculo hemos seguido los siguientes pasos:

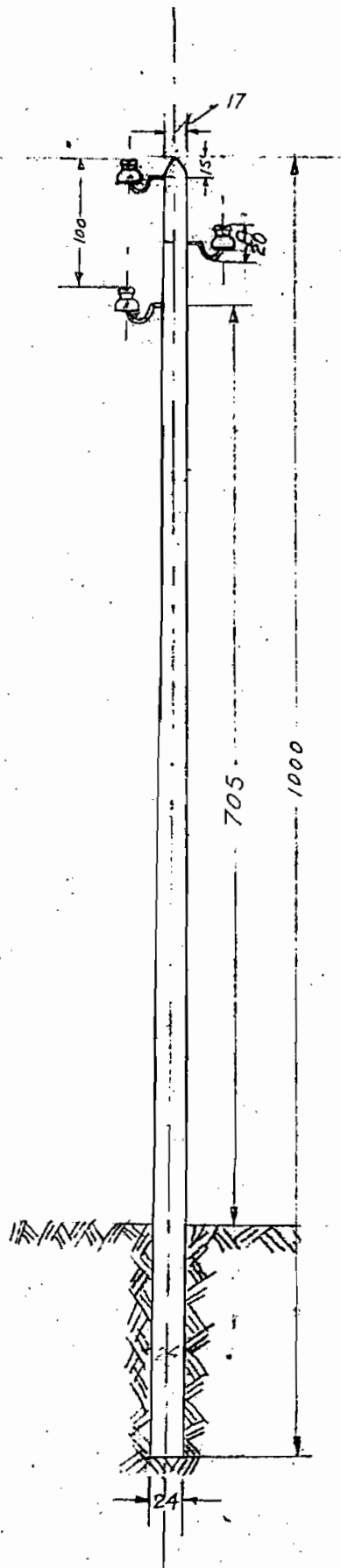
- 1) Altura del poste, sabiendo que el conductor más bajo se halla fijado al poste a una altura de 7,10 m., y que el aislador superior se coloca a 15 cm. de la punta del poste:

$$A = 7,10 \pm 1 \pm 2 \pm 0,15 = 10,25 \text{ m. Tomaremos de } 10 \text{ m.}$$

- 2) Sección en el empotramiento. Si el diámetro en la punta es 17 cm. y la conicidad es 0,7 cm. por metro, el diámetro en la base será:

$$d_1 = d_0 \pm 0,7 A = 24 \text{ cm.}$$

en la sección de empotramiento: $d_2 = 17 \pm (10 - 2) \times 0,7 = 22,6 \text{ cm.}$



Poste de Maderas
Diseñado: H. Viteri
Aprobados
Escala 1:50 Plano N° 10

3) Superficie del poste expuesta al viento:

$$W = \frac{d_0 \pm d_2}{2 \times 100} (A-E) = 1,58 \text{ m}^2$$

4) Presión del viento sobre dicha superficie:

$$F_N = W \times 60 \text{ Kg/m}^2 = 94 \text{ Kg.}$$

5) Dado que la sección longitudinal del poste es trapecio, la distancia desde el terreno y en que se aplica F_N será:

$$z = \frac{A - E}{3} \times \frac{d_2 \pm 2 d_0}{d_2 \pm d_0} = 3,81 \text{ m.}$$

6) Esfuerzo del viento sobre cada conductor:

$$90 \times 0,00926 \times 60 = 50 \text{ Kg.}$$

y sobre un aislador de sección longitudinal equivalente a 91 cm^2 será:

$$0,0091 \times 60 = 0,54 \text{ Kg.}$$

sobre los pernos se considera 1Kg. sobre cada uno. Los tres esfuerzos resultantes dan 51,8 Kg.

7) Los tres esfuerzos que actúan sobre cada aislador se consideran transportados a la cabeza del aislador superior, dando origen a un momento flector

$$3 \times 51,8 \times 8,05 = 1.240 \text{ Kgm.}$$

8) Momento producido por F_N sobre el brazo z y corresponde a:

$$94 \times 3,81 = 356 \text{ Kgm.}$$

9) Momento flector total, es la suma de los dos anteriores:

$$M = 1.240 \pm 356 = 1.596 \text{ Kgm.}$$

10) Coeficiente de trabajo correspondiente a la sección considerada, se determina mediante la fórmula siguiente:

$$R = \frac{M \cdot z}{I} = \frac{10 M}{d_2^3} = 1,38 \text{ Kg/mm}^2 \text{ o sea } 138 \text{ Kg/cm}^2, \text{ menor que el límite admitido de } 150 \text{ Kg/cm}^2$$

Comprobación a la compresión:

Peso de conductores: $3 \times 67,43 \times 90 \times 8,9 \times 10^{-3} = 162 \text{ Kg.}$
Aisladores: $3 \times 3,8 = 11,4 \text{ Kg.}$
Carga: $173,4 \text{ Kg.}$

El cálculo de la resistencia a la compresión se realiza considerando el pandeo o flexión lateral del poste.

$$R_c = \frac{P}{S} \left(1 \pm K \frac{l^2 S}{m_2 I} \right); \text{ en donde:}$$

- R_c = coeficiente de trabajo por compresión Kg/mm^2
 - l = longitud en metros, de la pieza sometida a compresión
 - S = sección de la misma (mm^2)
 - I = momento de inercia de la sección de la pieza (en cm^4)
 - K = coeficiente que vale 0,011 para hierro y acero y 0,02 para madera.
 - m_2 = coeficiente dependiente del modo de fijación de los extremos de la pieza comprimida.
 - P = peso, aplicado un factor de seguridad, igual a 3
- En los postes de madera la sección de mayor trabajo es la

del empotramiento y su valor es:

$$S = \frac{3,14 \times 22,6^2}{4} = 400 \text{ cm}^2 \text{ o } 40.000 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{3,14}{64} \times 22,6^4 = 13.000 \text{ cm}^4$$

$$l = 9 \text{ m. } P = 520, \text{ Kg. } \Rightarrow m_2 = 1/4 \text{ por tener un extremo empotrato y el otro libre}$$

$$R_c = .26 \text{ Kg/mm}^2 \text{ o sea } 26 \text{ Kg/cm}^2$$

Este valor se suma con el valor hallado a flexión y tenemos:

$$138 \pm 26 = 164 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (valor aceptable)}$$

CALCULO DE LOS ANCLAJES EN LOS POSTES DE ANGULO Y DE MADERA

Solamente se calcula para el ángulo más desfavorable que forman las diferentes alineaciones de la línea de transmisión, y este es de $156^\circ 04' 20''$

- 1) El esfuerzo resultante actúa en dirección de la bisectriz del ángulo y su valor es: $F = 2T \cos \frac{\alpha}{2}$

$$T = 67,43 \times 12 = 810 \text{ Kg.}$$

La fuerza resultante será: $F_1 = 810 \times 0,415 = 337 \text{ Kg.}$

este esfuerzo se contrarrestará con el anclaje.

2) Ahora bien, consideramos además que el viento actúa en dirección de la bisectriz del ángulo dando así al problema la condición más desfavorable, de esta manera se sumarán F_1 con las presiones del viento sobre los conductores, aisladores y pernos:

$$337 \pm 50 \pm 0,54 \pm 1 = 388,54 \text{ Kg. esfuerzo total sobre cada aislador.}$$

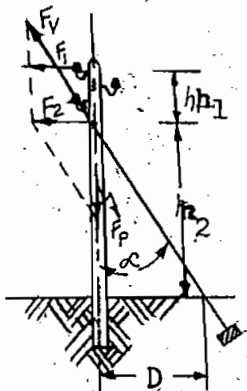


Fig. 1

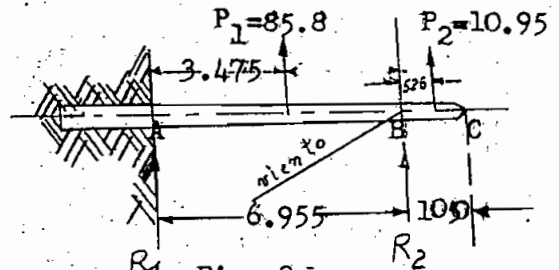


Fig. 2

Para hallar el valor de F_2 tomaremos momentos con respecto al punto de embotramiento

$$F_2 \times 6,955 = 388,54 \times 7,205 \pm 388,54 \times 7,705 \pm 388,54 \times 8,205$$

$$F_2 = 1.292 \text{ Kg.}$$

4) Pero, además, hay que considerar que el poste trabaja también sometido a la acción del viento, por lo cual, se supone que éste se halla apoyado en el terreno y en el lugar de amarre del cable de acero (Fig. 2). El diámetro en A es 22,6 y en C es 17, en B será: 17,73 cm.

El diámetro en la sección media AB es:

$$\frac{22,6 \pm 17,73}{2} = 20,31 \text{ cm.}$$

Superficie expuesta a la acción del viento:

$$0,2031 \times 6,955 = 1,41 \text{ m}^2$$

y la presión ejercida por el viento será $P_1 = 85,8 \text{ Kg.}$

En el tramo BC, el diámetro medio es:

$$\frac{17,73 \pm 17}{2} = 17,36 \text{ cm. Y la presión del viento } P_2 = 10,95 \text{ Kg.}$$

Ambas presiones están repartidas uniformemente a lo largo de las respectivas longitudes, las reacciones R_1 y R_2 serán:

$$R_1 = \frac{85,8}{2} = 42,9 \text{ Kg y } R_2 = \frac{85,8 \pm 10,95}{2} = 53,85 \text{ Kg.}$$

luego: el verdadero valor de F_2 será: $1.292 \pm 53,85 = 1.345,85 \text{ Kg.}$

5) Para calcular la distancia D tenemos: (Fig. 3)

$$D = a \times \text{tg. } \alpha \quad \text{sen } \alpha = \frac{1.345,83}{2.400} = 0,56$$

$$\alpha = 34^\circ \text{ luego: } D = 6,955 \times 0,675 = 4,7 \text{ m.}$$

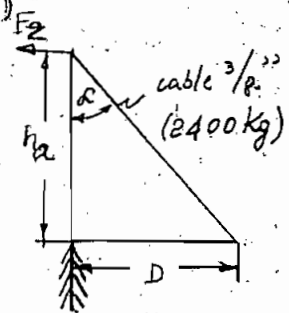


Fig. 3

6) La componente F_V (Fig. 1)

$$F_V = F_2 \sqrt{1 \pm \frac{h_2^2}{D^2}} = 2.400 \text{ Kg.}$$

7) La componente F_P

$$F_P = F_2 \frac{h_2}{D} = 2.000 \text{ Kg. , esta fuerza comprime al poste, y el coeficiente de trabajo será:}$$

A F_P se agrega el producido por el peso del equipo del poste, conductores, aisladores y crucetas: y será: $2.000 \pm 572 = 2.572 \text{ Kg.}$

$$8) R_o = \frac{2600}{40.000} (1 \pm 0,02 \frac{6,955^2 \times 40.000}{0,25 \times 13.000}) = 0,75 \text{ Kg/mm}^2$$

o sea tenemos 75 Kg/cm^2 , menor que 150 Kg/cm^2

9) A causa del viento sobre el poste, la porción AB trabaja como viga apoyada en sus extremos y con carga uniformemente repartida $85,8 \text{ Kg.}$

El momento máximo se supone que corresponde al centro de la longitud AB, para el cual el diámetro es $20,31$ y el valor de dicho momento es:

$$M_{\text{max.}} = \frac{85,8 \times 6,955}{8} = 74,7 \text{ Kgm.}$$

El coeficiente de trabajo de la sección media será:

$$R = \frac{10 \times 74,7}{20,51^3} = 0,0867 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} = 8,67 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero debido a la compresión ejercida por el citado esfuerzo de 1482,4 la referida sección estará sometida igualmente a este trabajo, y aún suponiendo que el coeficiente por el pandeo fuese el mismo en la sección media que en el empotramiento, es decir, el total en la sección media sería: $75 \pm 8,67 = 83,67 \text{ Kg/cm}^2$, o sea el poste trabaja en inmejorables condiciones de resistencia.

10) La porción del poste comprendida entre la cogolla y la sección donde va amarrado el anclaje, trabajará a flexión, en virtud del momento a que dan lugar las fuerzas en los aisladores, cuyo valor es:

$$M = 388,54 (1,25 \pm 0,75 \pm 0,25 \text{ m.}) = 876 \text{ Kgm.}$$

a este momento se suma la acción del viento sobre dicho pedazo y cuyo momento es: $10,95 \times 0,525 = 5,75 \text{ Kgm.}$, dando en total: $881,75 \text{ Kgm.}$

El coeficiente de trabajo:

$$R = \frac{10 \times 881,75}{17,73} = 1,58 \text{ Kg/mm}^2 = 158 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (aceptable)}$$

11) El esfuerzo producido en el anclaje de acero es 1.523 Kg. y aceptando que el coeficiente de rotura de aquel sea de 120 Kg/mm^2 , y para un factor de seguridad 5, la sección del cable deberá ser:

$$S = \frac{1523}{120 \div 5} = 63,5 \text{ mm}^2. \text{ Nosotros estamos usando el cable de } 3/8'' \text{ de diámetro o sea } 72,5 \text{ mm}^2.$$

Cálculo de las fundaciones de los anclajes:

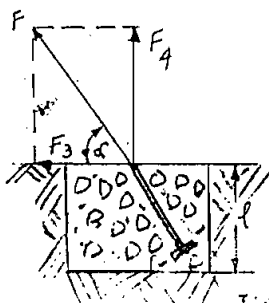


Fig. 4

Como el amarre se efectúa en un bloque de hormigón en masa, las dimensiones de este se calculan partiendo de los datos de la Fig. 4. El cable forma con el plano horizontal un ángulo de 56° , la fuerza de extensión del

cable se descompone de la siguiente manera: en F_3 y F_4

$$F = 1523 \text{ Kg.} \quad F_3 = 1523 \times \cos 56^\circ = 855 \text{ Kg.}$$

$$F_4 = 1523 \times \sin 56^\circ = 1263 \text{ Kg.}$$

Esta última fuerza tiende a levantar el bloque por lo que debe contrarrestarse con el peso del bloque. Admitiendo para el hormigón un peso de 2.200 Kg/m^3 , podemos calcular el volumen del macizo:

$$\frac{1263}{2200} = 0.575 \text{ m}^3 \quad \text{Sus dimensiones serán: } 1,2 \times 0,7 \times 0,7$$

En el diseño puede dársele menor volumen del calculado porque el bloque introducido en el terreno produce un rozamiento que dificulta su salida.

LOCALIZACION DE LOS POSTES

1) En el sector correspondiente a la ciudad de Riobamba, los postes se localizan en cada media cuadra y en las esquinas, su disposición está dada por la red de distribución de dicha ciudad. Con el fin de aprovechar esta circunstancia se diseñan ambos circuitos, el de la línea a Guano y el del feeder de la Calle García Moreno, sobre un solo poste, pero con cruceta doble. (Plano N° 11)

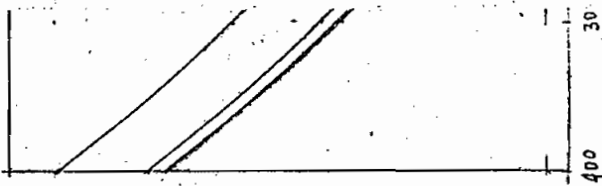
2) En el sector correspondiente a la línea de transmisión, desde la salida de Riobamba, la primera repartición aproximada de los postes se realiza considerando la luz de 90 m., procurando localizarlos en las lomas y cruzando con vanos largos las hondonadas y barrancos interpuestos.

La ubicación final se realiza sobre el perfil de la línea de transmisión valiéndonos de la plantilla A. Esta plantilla se construyó mediante la tabla N° 11, obtenida mediante el cálculo de las

Tabla N.º 14

CUADRO para la ELABORACION de la PLANTILLA
Luz ideal 80 m. $T_{max.} + 40^{\circ}C.$ LINEA Rbba - Guano

L	L ²	$\frac{r}{8040}$	$f = \frac{r L^2}{8040}$	L ⁴	$\frac{r^3}{384040^3}$	$\frac{r^3 L^4}{384040^3}$	f _{final}
10	100	1.66×10^{-4}	0,0166				0.0166
20	400	"	0,0664				0.0664
30	900	"	0,149				0.149
40	1600	"	0,266				0.266
50	2500	"	0,415				0.415
60	3600	"	0,598				0.598
70	4900	"	0,813				0.813
80	6400	"	1,06				1.06
90	8100	"	1,34				1.34
100	10000	"	1,66				1.66
110	12100	"	2,01				2.01
120	14400	"	2,38				2.38
130	16900	"	2,81				2.81
140	19600	"	3,25				3.25
150	22500	"	3,73				3.73
200	40000	"	6,64				6.64
250	62500	"	10,38				10.38
300	90000	"	14,9				14,9
400	160000	"	26,6	$15,7000$			26,6
500	250000	"	41,5	625×10^8	$6,12 \times 10^{-12}$	0,383	41,883
600	360000	"	59,8	1300×10^8	"	0,797	60,597
700	490000	"	81,3	2400×10^8	"	1,47	82,77
800	640000	"	106	4100×10^8	"	2,51	108,51
900	810000	"	134	6350×10^8	"	4,00	138,00
1000	1x10 ⁶	"	166	10000×10^8	"	6,12	172,10



flechas, luego sobre una plancha de celuloide se dibujó 3 parábolas iguales desplazadas una de otra primeramente en los 6 m. reglamentarios para la distancia mínima entre el punto más bajo del conductor y el suelo. Entre la primera y tercera curva la distancia es la correspondiente a la altura del amarre del conductor inferior, y es de 7,50m.

Luego esta plantilla se coloca sobre el perfil de la línea de transmisión, desplazándola hasta que la curva correspondiente al espacio mínimo libre, toque un punto del terreno, entonces los puntos en que la curva inferior toquen al terreno marcarán la posición de los dos postes requeridos; de esta manera se garantiza que ningún punto del conductor quedará a menos de los 6 m. exigidos. Esta operación se realiza en todo el perfil y así se determina la posición de todos los postes de la línea en estudio. (Plano N° 12 hojas 1 y 2)

En el Plano N° 13 hojas N° 1, 2, 3 y 4 correspondientes a la línea de transmisión tenemos localizados los postes de acuerdo a los datos del plano N° 12.

Para la última alineación del proyecto he observado que no se puede poner un poste intermedio dada la terrible gradiente y la forma peculiar de esta bajada, de manera que la mejor solución fue diseñar dos torres de retención en los extremos de dicha alineación.

DISEÑO DE LA TORRE DE RETENCIÓN QUE SE COLOCARÁ EN EL ÚLTIMO TRAMO.

Luz: 284 m; Flecha 13,3 m; Desnivel 128 metros.

Longitud de los conductores empleados: $x = \sqrt{284^2 + 128^2} = 312$ m.

Los postes ha emplearse son de acero tubular y se compone de 3

secciones escalonadas con los diámetros de 7 1/2, 6 1/2 y 5 1/2 pulgadas. Como el reglamento exige que se entierre de 1/5 a 1/6 de su longitud, lo que enterraremos será aproximadamente 2 m. quedando libre 10,20.

La longitud de la cruceta se calculó partiendo de la fórmula de la distancia que debe existir entre las fases:

$$d_1 = 0,75 \sqrt{f} \pm \frac{E}{150} = 2,782 \text{ m. pondremos de } 2,80 \text{ m. con lo cual}$$

la longitud total de la cruceta viene a ser de 5,60 m. El detalle de esta cruceta se encuentra en el plano N° 14 y se previó que pudiera resistir el peso de los conductores, aisladores y de un trabajador parado en ella.

- 1) Acción del viento: $W = 312 \times 0,00926 \times 60 \times 3 = 522 \text{ Kg.}$
en los conductores.-
Acción del viento en los aisladores: 5 Kg. Total: 527 Kg.

- 2) Superficie de los postes expuestas al viento:

$$W = \frac{14 \pm 19}{2 \times 100} \times 10,2 = 1,65 \text{ m}^2$$

$$F_N = 1,65 \times 60 = 99 \text{ Kg, como son dos postes será: } 198 \text{ Kg.}$$

$$z = \frac{10,2}{3} \times \frac{19 \pm 28}{19 \pm 14} = 4,84 \text{ m.}$$

- 3) Viento sobre la cruceta: Superficie expuesta al viento $5,6 \times 0,09$

La presión del viento para superficies planas es de 100 Kg/m^2

$$F = 100 \times 0,505 = 50,5 \text{ Kg}$$

La acción total del viento que actúa en la punta será:

$$522 \pm 50,5 \pm 5 = 577,5 \text{ Kg.}$$

- 4) Tensión total de la línea: $3 \times 67,43 \times 12 = 2.430 \text{ Kg. o } 2.500 \text{ Kg.}$

- 5) $F = 2 T \cos \frac{\alpha}{2} = 2.500 \times 0,206 = 515 \text{ Kg.}$ debido a que se trata también de una torre de ángulo.

6) A la fuerza anterior se suma el correspondiente a la acción del viento sobre conductores, aisladores y crucetas:

$$F_1 = 515 \pm 577,5 = 1092,5; \text{ como son dos postes, cada uno resiste: } 546 \text{ Kg.}$$

7) A esta fuerza se añade la presión del viento sobre el poste; el diámetro de la sección comprendida entre el empotramiento y

el sitio de amarre del anclaje será: $\frac{19 \pm 14}{2} = 16,5 \text{ cm.}$

Superficie expuesta al viento: $0,165 \times 9,8 = 1,62 \text{ m}^2$ y la presión del viento será $97 \text{ Kg.} = P_1$

En la longitud BC, el diámetro medio es 14 cm. y la presión del viento $P_2 = 0,14 \times 0,4 \times 60 = 3,36 \text{ Kg.}$

Las reacciones: $R_1 = \frac{97}{2} = 48 \text{ Kg}; R_2 = \frac{97}{2} \pm 3,36 = 51,36 \text{ Kg}$

Luego $F_2 = F_2 \pm R_2 = 597,36 \text{ Kg.} = Z$

8) Distancia del anclaje al pie del poste: $D = a \times \text{tag } \alpha$

$$\text{sen } \alpha = \frac{Z}{2.400} = 0,25; \quad \alpha = 14^\circ 20'; \quad \text{tg. } \alpha = 0,255$$

luego: $D = 9,8 \times 0,25 = 2,5 \text{ m.}$

9) Componente $F_V = F_2 \sqrt{1 \pm \left(\frac{h_2}{D}\right)^2} = 2.420 \text{ Kg.}$

10) Componente $F_P = F_2 \frac{h_2}{D} = 2.350 \text{ Kg.}$

11) Coeficiente de trabajo debido al pandeo:

$$R_e = \frac{P}{S} \left(1 \pm K \frac{I^2 \cdot S}{m^2 \cdot I}\right); \quad S = \frac{3,14 (19^2 - 18,39^2)}{4} = 1,730 \text{ mm}^2$$

$$I = 0,0491 (19^4 - 18,39^4) = 785 \text{ cm}^4$$

A F_P se suma el peso del equipo: 716,7 con el factor de seguridad 3 es: 2.150 Kg;

Esfuerzo total: $2.350 \pm 2.150 = 4500 \text{ Kg.}$ y $R_e = 44,3 \text{ Kg/mm}^2$

Tomando un factor de seguridad de 2 $R_e = 16 \text{ Kg/mm}^2$ y como el coefi-

cliente de trabajo para los tubos de acero es de 12 Kg/mm^2 , salvamos esta diferencia poniendo 2 anclajes en cada poste.

12) Momento peligroso en medio del tubo:

$$M_{\text{max.}} = \frac{97 \times 9,8}{8} = 119 \text{ Kgm.} ; R = \frac{10 \times 19 \times 119}{(19^4 - 18,4^4)} = 1,42 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\text{Total: } 17,42 \text{ Kg/mm}^2$$

Cálculo del cemento del anclaje:

La $F_V = 2.420 \text{ Kg}$ y se descompone en: $F_3 = 2.420 \times \cos 75^\circ 40'$
 $F_4 = 2.420 \times \sin 75^\circ 40'$

$$F_3 = 605 \text{ Kg} \quad \text{y} \quad F_4 = 2.340 \text{ Kg.}$$

$$\text{Volumen del bloque: } \frac{2.340}{2.200} = 1,06 \text{ m}^3$$

Dimensiones: $1,2 \times 1,5 \times 0,6$.

$$\text{Longitud del cable de acero: } l = 9,8^2 \pm 5,5^2 = 11,2 \text{ m.}$$

Cimentación de la torre de retención:

Macizo de $4 \times 4 \times 2,20 \text{ m}$. de alto.

Por tensión de conductores y acción del viento sobre los conductores tenemos:

a) Tensión: 2.430 Kg

b) Por viento: $577,5 \times 10,2 = 5.900 \text{ Kgm.}$ esto en los conductores
 $198 \times 4,84 = \frac{960 \text{ Kgm.}}{6.860 \text{ Kgm.}}$ en los postes.

Momento total: 30.660 Kgm.

Los dos momentos anteriormente mencionados actúan formando un ángulo de 90° , pero para mayor seguridad se considera que ambos actúan en la misma dirección.

Peso del macizo: $4 \times 4 \times 2,2 \times 2.200 = 77.500 \text{ Kg}$

Peso de los postes $\frac{308 \text{ Kg}}{77.808 \text{ Kg.}}$

Momento de vuelco: 30.660 Kgm.

Momento estático: $77.808 \times 2 = 155.616 \text{ Kgm.}$ luego el sistema es estable.

Como un solo bloque de hormigón de semejantes dimensiones, viene a resultar demasiado costoso, decidí emplear un bloque individual para cada poste.

Las dimensiones de estos bloques son: 1,8 x 1,8 x 2,2

El peso será: 15.700 Kg. El momento estático: $15.700 \times 0,9 = 14.100 \text{ Kg.m}$

Ahora bien el momento de vuelco es: $30.660 : 2 = 15.330 \text{ Kg.m}$. es mayor que el momento estático, pero no nos preocupamos de aumentar las dimensiones del macizo porque debido al tiro producido por la fuerza F, sufren una compresión y ésta, conjuntamente con el peso del macizo contribuyen a evitar que llegue a volcarse la torre, o sea que parte del momento de vuelco es absorbido por el terreno.

Como comprobación calcularemos la resistencia específica del suelo: $R = \frac{6(15.330 - 14.100)}{1,8 \times 2,2^2} = 850 \text{ Kg/m}^2 = 0,085 \text{ Kg/cm}^2$

y para estos terrenos se ha supuesto que la presión específica es de 2 Kg/cm^2 , para calcular la resistencia específica se aplicó la

siguiente fórmula: $R = \frac{6(M \pm \frac{F \cdot H}{2} - P \cdot k)}{a \cdot H^2}$ en la que:

a = arista inferior del fundamento, en mi caso 1,80 m.

H = altura del macizo, en mi caso 2,20 m.

$M \pm \frac{F \cdot H}{2}$ = momento aplicado en la punta del poste: 15.330 Kg.m.

P = peso del macizo y del poste: 15.700 Kg.

k = brazo de palanca a/2 en mi caso 0,9 m.

El plano N° 15 presenta el dibujo de uno de los postes de la torre, con un anclaje, y las cimentaciones respectivas.

Capítulo Quinto
LÍNEA DE TRANSMISION GUANO - LOS ELENES

Se ha resuelto otorgarle una potencia de 30 KVA, y se ha previsto una línea monofásica. La longitud de la línea se conoció mediante el trazado de la poligonal.

Cálculo eléctrico:

$N = 30 \text{ KVA}$; distancia 1.435 metros ; $\cos \varphi = 0,9$; $E = 6.300 \text{ V}$.

$$I = \frac{30}{6,2 \times 1,73} = 2,75 \text{ Amp.}$$

$$S_{Cu} = \frac{100 \times 1.435 \times 33.330}{56 \times 5 \times (6.300)^2 \times 0,9^2} = 5,3 \text{ mm}^2$$

El alambre calculado sería el #10, pero debido a su pequeña sección emplearemos el # 8, el cual tiene las siguientes características: $S = 8,366 \text{ mm}^2$; diámetro = 3,25 mm.

Cálculo mecánico:

1) Flecha:

$\sigma_0 = 11 \text{ Kg/mm}^2$, luz ideal 90 m. , Presión del viento 60 Kg/m^2
Componente del peso: $w = 8,9 \times 8,366 = 74,5 = 0,074 \text{ Kg/m}$

Componente del viento: $w = 60 \times 0,00325 = 0,195 \text{ Kg/m}$

Resultante: $d_w = \sqrt{0,195^2 + 0,074^2} = 0,208 \text{ Kg/m}$

$$d_w = \frac{0,208}{8,366} = 0,0249 \text{ Kg/mm}^2$$

Flecha para 80 m. = 1,81 ; B = 232 ; A = 11,48 ; $\sigma_{40} = 3,9$ y $f = 1,83 \text{ m}$.

" " 90 m. = 2,29 ; B = 294 ; A = 15,58 ; $\sigma_{40} = 3,9$ y $f = 2,3 \text{ m}$.

" " 70 m = 1,38 ; B = 177 ; A = 7,88 ; $\sigma_{40} = 3,9$ y $f = 1,4 \text{ m}$.

" " 60 m = 1,00 ; B = 131 ; A = 4,58 ; $\sigma_{40} = 3,9$ y $f = 1,03 \text{ m}$.

2) Postes:

Llevarán dos conductores de 3,25 mm de diámetro a una distancia equivalente de 3 pies. Como la distancia mínima al suelo es 6 m, el punto más bajo en que se podrá colocar el conductor en el poste se

rá 7,03 m. - 0,2 = 6,83 m.

Alto del poste: 6,83 ± 1 ± 1,8 ± 0,15 = 9,78 , tomaremos 10 m.

Enterramiento 1,8 m. distancia entre fases 1 m. distancia del perno superior a la punta 15 cm.

Suponiendo que $d_0 = 12$ cm. y la conicidad es 0,7 cm por m.

$d_1 = 12 ± 0,7 × 10 = 19$ cm. ; $d_2 = 12 ± (10 - 1,8) 0,7 = 18$ cm.

Superficie expuesta al viento: $W = \frac{12 ± 18}{2} × \frac{18}{100} (8,7) = 1,22$ m²

$F_N = 1,22 × 60 = 73,5$ Kg. es el viento sobre el poste.

$z = \frac{8,7}{3} × \frac{18 ± 24}{18 ± 12} = 4,05$ m

Acción del viento: $60 × 0,00325 × 60 = 11,7$ Kg sobre los conductores
0,8 Kg. sobre el aislador
1,0 Kg. sobre perno
23,5 Kg.

Momento en la punta: $2 × 23,5 × 8,75 = 412$ Kgm.

Momento en el poste: $73,5 × 4,05 = \frac{298}{710}$ Kgm.

$R = \frac{10 × 710}{18^3} = 1,2$ Kg/mm² o sea 120 Kg/cm² menor que 150 Kg/cm²

Prueba a la compresión: $2 × 8,366 × 60 × 8,9 × 10^{-3} = 8,92$ Kg.
Pernos: $2 × 2 = 4$
aisladores: $= 2$
14,9 Kg.

Coefficiente de trabajo debido al pandeo: $S = 25.800$ mm², $I = 5.260$ cm⁴

$l = 8,7$ m. ; $m = 1/4$; $P = 14,9 × 3 = 44,7$ Kg.

$R_c = 0,053$ Kg/mm² o sea 5,3 Kg/cm²

En total tendremos: $120 ± 5,3 = 125,3$ Kg/cm² que es menor que 150Kg/cm²

3) Lo calización de los postes:

Para elaborar la plantilla B, calculé la tabla N° 15.

El plano N° 16 representa la localización de los postes en el perfil y el plano N° 17 muestra la poligonal levantada mediante el trabajo topográfico con la representación de los postes colocados.

CAPITULO SEXTO

LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO DE LA RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA DE LA CIUDAD DE GUANO

Cantidad	Material	Precio unitario	Precio total
<u>I/- Red de distribución de alta a 6.300 V</u>			
100	Postes de acero tubular de una sola pieza, con diámetros escalonados de 7-6 y 5 pulgadas, longitud total 30', para una carga en la punta de 420 lbs., similar al poste N° 231 de Mannesmann Catálogo Poles N° 2266	\$65/u	8/98500
1600	Libras de perfil de acero NB U 65 x 42 x 5,5	128.45	1.400
		1a T.	
1000	Libras de perfil de acero NP L 50x50x5 mm.	144.34	1.000
		1a T.	
500	Aisladores de porcelana (tipo PIN) con agujero roscado de 1" de diámetro, para 6.3 KV.	0.43/u	3.300
500	Pernos rectos de acero galvanizado de 5/8" de diámetro, rosca de plomo, para los aisladores antedichos, cada uno con tuerca y contratuerca respectiva	0,79/u	4.600
17	Kilómetros de cable de cobre desnudo, sección 6 AWG.	650/T	19.700
1	Kilómetro de cable de cobre desnudo, sección número 8 AWG.	"	800
0,5	Kilómetros de cable de acero galvanizado, diámetro 3/8" para anclajes	242.1/T	370
20	Pernos de oreja para anclajes	0.35/u	110
20	Templadores con oreja y gancho a sus extremos	1.36/u	410
40	Grapas de unión para el cable de anclaje 3/8"	0.24/u	150
40	Manguitos de unión para el mismo cable	0.84/u	500
40	Argollas acanaladas para los extremos	0.57/u	350
20	Barras de anclaje, con oreja al un extremo y tuerca al otro	1,22/u	370

Cantidad Material		Precio unitar	Precio total
1	Kilómetro de alambre de cobre desnudo recocido para amarre, calibre # 10	\$ 650/T.	S/ 730
500	Pernos de 5/8" x 2" con tuercas y contratueras respectivas, para fijación en crucetas	13%	1000
250	Pernos de 5/8" x 7" con tuercas y contratueras	14.28%	540
3	Pararrayos 6,3 KV. tipo de estación, instalación a la intemperie	16.2/u	740
1	Seccionador de cuernos: 10KV, 400 Amp nominales, instalación a la intemperie con todos los accesorios para su accionamiento manual.	335	5.100
<u>II. Estaciones de transformación</u>			
1	Transformador trifásico de distribución, en baño de aceite, de 75KVA de potencia, a la altura de 2.680 m. sobre el nivel del mar; 6.315% KV a 210/121.V; 60 ciclos; lado de alta tensión conectado en estrella con conmutador para variar el voltaje en los valores indicados, lado de baja tensión conectado en zig-zag, con neutro sacado afuera, para instalación a la intemperie, indicador del nivel de aceite, ruedas de transporte, carga de aceite incluida.	1.060	16.000
2	Transformadores de 60 KVA de características iguales a los anteriores	950/u	28.700
5	Transformadores de 45 KVA en igual ejecución que los anteriores	790	60.000
5	Transformadores de 30 KVA de características iguales a los antes mencionados	600	45.300
1	Transformador de 20 KVA de iguales características a los anteriores	500	7.600
50	Postes de acero tubular, en una ejecución idéntica a los mencionados para la red de alta.	65	50.000
1000	Libras de acero perfil normal en U: 65x42x5,5mm	6.45q.	1.000
500	Libras de acero perfil normal en L: 50x50x5mm	7.22q.	550
50	Fusibles desconectadores con indicadores (Cut-outs) para 6.300 V, 50 Amp. nominales, con a-		

Cant. Material	Precio unit.	Precio total
ditamentos necesarios para fijación en cruceta	# 13	\$9800
30 Tiras fusibles para fusibles antes indicados para 10 Amp.	55/loc	250
200 Tiras fusibles para 8 Amp.	"	1660
150 Id. para 5 Amp.	"	1260
30 Id. para 3 Amp.	"	250
50 Pararrayos para 6.3 KV, 60 ciclos y 2680m. sobre el nivel del mar	16.2	12200
2 Pórtigas aisladas para el manejo de los fusibles antes mencionados	11	340
3 Portafusibles con fusibles de 200 Amp. para el lado de baja tensión de los transformadores.	8.34	380
9 Portafusibles con fusibles de 160 Amp. para el lado de baja tensión de los transformadores.	"	1130
15 Portafusibles con fusibles de 125 Amp. para el lado de baja tensión de los transformadores.	"	1900
15 Portafusibles con fusibles de 80 Amp. para el lado de baja tensión de los transformadores.	"	1900
3 Portafusibles con fusibles de 60 Amp. para el lado de baja tensión de los transformadores.	"	380
10 Tiras fusibles de 200 Amp. de repuesto	24/100	40
20 Id. de 160 A. de repuesto	"	75
30 Id. de 125 A. de repuesto	"	110
30 Id. de 80 A. de repuesto	"	110
10 Id. de 60 A. de repuesto	"	40
0,5 Km. de alambre de acero extragalvanizado de 1/4" de diámetro, para puesta a tierra	249,02 c/T	335
20 Planchas de cobre de superficie 11 pies cuadrados y de espesor 1/32" de espesor	8,00	2430
20 Tubos de acero galvanizado de 3/8" x 40 cm. de longitud (valor incluido en párrafo anterior)		

Cant. Material	Precio unitar.	Precio total
20 Platinas de sostén para la parte superior de las puestas a tierra (su valor esta incluido en el párrafo anterior)		
<u>III. RED. DE DISTRIBUCION SECUNDARIA a 210/121V.O.I.</u>		
3.5 Km. de cable de cobre # 2 AWG, aislado para intemperie.	\$ 411/K	S/. 21.800
10.5 Km. de cable de Cobre # 4 AWG aislado para, intemperie	259/K	41.000
21.5 Km. de cable de cobre # 6 AWG aislado	163/K	53.000
15.5 Id. # 8 AWG aislado para intemperie	102/K	23.800
5 IId. # 10 AWG aislado para intemperie	64,5	4.880
300 Bastidores de secundario (secondary racks) con 5 aisladores de porcelana para baja tensión y a una distancia de 6" entre conductores,	6,79	30.800
300 Idem con 3 aisladores.	5,5	25.000
600 Abrazaderas completas con sus respectivos pernos para la fijación de los bastidores a los postes de hierro.	140/00	12.700
600 Tifones de 1/8" x 4" para la fijación de los bastidores a los postes de madera	15/00	1.300
4 Km. de alambre de cobre desnudo, sólido, recocido, # 10 AWG, para amarre	70/K	4.250
200 Bornes de empalme para conductores de cobre de calibres desde # 2 hasta # 10 AWG.		
50 Dispositivos de anclajes de postes de madera, cada uno con perno para parte superior, templador, aislador de retención (guy strain insulators), acero redondo de 5/8" y cable de acero galvanizado de 1/4" de diámetro.		
1 Km. de alambre de acero galvanizado, sólido, calibre 8 BWG, para templador de postes.	20/K	300
100 Postes de acero tubular de una sola pieza, con diámetros escalonados de 89, 70 y 51 mm. y 8.23m. de alto (Mannesmann), espesor 3,7 mm.	50	76.000

Cant.	Material	Precio unit.	Precio total								
300	Postes de madera de eucalipto de 9m. de longitud y de 12 cm. de diámetro en la punta y 18,5 en la base	S/100	S/30.000								
IV. <u>ALUMBRADO PUBLICO</u>											
13	Interruptores horarios de cuerda eléctrica, con reserva mecánica para 4 días, con contacto tripolar y de una capacidad de 30 Amp. además los respectivos elementos fusibles y tirafusibles.	\$70/u	S/ 14.000								
24	Ármaduras de alumbrado público para focos de 300 wátios a 200 w. ; cada uno con pantalla de protección, boquilla, brazo de acero tubular, fusible unipolar y demás accesorios para fijación en postes o en paredes.	5.11	1.266								
500	Ármaduras para focos de 100 w. similares a las anteriores.	"	38.700								
20	Focos esmerilados para 120V y 300w.	20/00	60								
100	Idem. para 200 w.	\$0.187	280								
400	Idem. para 100 w.	0.12	730								
		Total: 737.050,00									
<p>Este precio es FOB o sea el material puesto en el puerto de embarque, y se calculó en sucres considerando a 15,15 el cambio oficial del dollar. A este precio hay que añadir</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>10%</td> <td>paso de FOB a CIF</td> </tr> <tr> <td>5%</td> <td>transporte del puerto al lugar de montaje</td> </tr> <tr> <td>15%</td> <td>de comisión</td> </tr> <tr> <td><u>30%</u></td> <td></td> </tr> </table> <p>30% de 737.050,00 es S/222.000, luego tenemos ahora:</p> <p>737.050 ± 222.000 = 959.050 a esto añadimos el precio de la mercadería nacional (postes de madera)</p> <p>± 30.000</p> <p>S/989.000,00 y, se añade el 15% por montaje</p> <p>Total final: S/ 1.137.200,00</p>				10%	paso de FOB a CIF	5%	transporte del puerto al lugar de montaje	15%	de comisión	<u>30%</u>	
10%	paso de FOB a CIF										
5%	transporte del puerto al lugar de montaje										
15%	de comisión										
<u>30%</u>											

LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO PARA LA LINEA DE TRANSMISION RIOBAMBA - GUANO		Precio unitario	Precio total
11	Postes de acero tubular de una sola pieza, con diámetros escalonados de 7,5 - 6,5 y 5,5 pulgadas. Longitud total 40' y de 6,1 mm. de espesor	\$ 120	\$ 1320
65	Postes de madera, de una longitud total de 10 m. diámetro en la punta 17 cm. y 24 cm. en el pie, capaz de resistir una carga mínima en la punta de 156 Kg.	S/100	S/6.500
3	Postes de madera, de una longitud de 11 m., diámetro en la punta de 17 cm. y 25 cm. en el pie.	S/ 100	S/300
1940	Libras de perfil de acero NP U 65x42x5,5cm.	\$128.45 c/T	\$113
95	Libras de acero perfil NP U 7 3/4x3 1/2 x3/8" para torres de retención.	\$127,0T	\$ 5.5
165	Libras de perfil de acero NPL 50x50x5 mm.	\$144,34	10,8
280	Libras de perfil de acero NPL 3,5x2,5x3/8" para torres de retención	"	\$ 19
35	Libras de acero perfil NP U 4x6,5 cm. para crucetas que atraviezan Riobamba.	\$127/T	\$"2,00
29	Km. de cable de cobre desnudo calibre #00	\$650/T	\$11.150
400	aisladores de porcelana (tipo PIN) para tensión nominal de 10 KV y tensión de descarga superficial al húmedo 20KV, llevarán agujero roscado de 1" de diámetro.		
150	Pernos rectos de acero galvanizado de 5/8" de diámetro, rosca de plomo para los aisladores tipo PIN, cada uno con tuercas y contratuerzas.	0.79	118
250	Pernos curvos de 5/8" de diámetro, rosca de plomo para los aisladores PIN, cada uno con su respectiva tuerca y arandela.	S/19	S/4750
50	Aisladores de porcelana, tipo de retención, para una tensión de servicio de 6,3 KV y tensión de descarga al húmedo 20 KV, con sus respectivos accesorios para fijación en cruceta de acero en la		

Cant.	Material	Precio unitar.	Precio total
	parte superior y para sujetar al conductor en la parte inferior	\$ 5,00	\$ 250
70	Libras de platina de acero 3/16" x 3" para torres de retención.	127/T	4
4	Pernos rectos 3/4" x 8" para torres de retención	17/00	0,68
60	Pernos rectos 1/2" para torres de retención	12/00	7.2
1	Km. de cable de acero galvanizado de 3/8" de diámetro para anclajes de los postes.	242,1/P	49
30	Pernos de oreja para anclajes	0.35	10,5
30	Templadores con oreja y gancho en sus extremos	1.36	40,7
20	Aisladores de retención (guy strain insulators)	0.42	8,4
60	Grapas de unión para el cable de anclaje de 3/8"	0,24	14,4
60	Manguitos de unión para el cable de anclaje	0,84	50,3
60	Argollas acanaladas para los extremos	0,57	34.2
30	Barras de anclaje, con oreja y tuerca	1.22	36.6
1	Km. de alambre de cobre desnudo recocido, para amarre, calibre # 10 AWG	\$650/T	3055
300	Pernos de oreja de 5/8" x 2" con tuerca y contratuerca.	13/00	39
150	Pernos de 5/8" con 7" con tuerca y contratuerca	14.28/00	215

Total: 13.555,18

Considerando a \$/1515 el tipo oficial del cambio del dollar a este se añade un 15% correspondiente a comisión, 10% paso de FOB a CIF y 5% al transporte desde el puerto, luego $0,3 \times 15,15 = 4,55$ O sea cambiamos el dollar a 19,70.

$13.555,18 \times 19,70 = \$267.000 \pm 11.500 = 278.550$, luego apli-

camos 15% por montaje, dando en total \$320.350

LISTA DE MATERIALES PARA EL RAMAL DE TRANSMISION GUANO-LOS ELENES

Cant.	Materiales	Precio unit.	Precio total
3	Postes de madera de 12 m. de longitud, diámetro en la punta 12 cm. y en el pie 21 cm.	S/. 100	S/. 300
7	Postes de 11 metros de longitud, madera, diámetro en la punta 12 cm. y en el pie 20 cm.	100	700
6	Postes de madera de 10m de longitud, diámetro en la punta 12 cm. y en el pie 19 cm.		
3	Km. de alambre de cobre desnudo, sección #8	\$650/T	2.200
32	Aisladores de porcelana (tipo PIN) para una tensión de descarga al húmedo de 20 KV, llevarán agujeros roscados.	\$0,43	207
32	Pernos curvos de 5/8", para los aisladores PIN, cada uno con su respectiva tuerca y contratuerca	19	610
4	Juegos de anclaje para postes, cada uno con 10 metros de alambre de acero galvanizado de 3/8" de diámetro, perno con oreja, templador, aislador, 2 grapas, manguitos de unión y barra de anclaje.	\$12	730
50	metros de alambre de cobre desnudo, sólido recocido, del calibre # 10 AWG para amarre	\$33/K	1.650
Total FOB:			3.160,00

A este valor hallado sumaremos el 30% correspondiente a transportes y comisión y nos da S/4.110

Sumamos los precios de los materiales nacionales y tenemos:

S/6.320 a este valor le añadimos su 15% correspondiente al montaje de la línea. Total final: S/ 7.270,00

El presupuesto global asciende a:

Red de distribución: 1.137.200,00
 Línea Riobamba-Guano 320.300,00
 Ramal Guano-Los Elenes 7.300,00

S/1.464.800,00

BIBLIOGRAFIA

Para el Censo Eléctrico:

Manual del Ingeniero Electricista de Singer.

Para la Topografía:

Topografía de Passini

Vademecum del Topógrafo de Wittke.

Tablas taquimétricas de W. Jordán.

Apuntes de clase del Mayor Salazar

Redes de distribución:

Redes eléctricas de Zopetti

Manual del Ingeniero Electricista de Singer

Escuela del Técnico Electricista.

Transmission and Distribution de la Westinghouse

Texto de notas de electrotecnia del Ing. Vicente Jácome.

Líneas de Transmisión:

Escuela del Técnico electricista

Líneas de Transmisión de Checa

Die Hochspannung - Freileitungen de K Girkmann y E. Königshofer.

Texto de Electrotecnia del Ing. Vicente Jácome.

Catálogos: Line Material, Mannesmann, Brown Boveri.

Presupuesto:

Listas de materiales del archivo y catálogos de Electro Ecuatoriana.
